This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

TRAITÉ

DE CHIMIE

GÉNÉRALE, ANALYTIQUE

INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

PARIS. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

DE CHIMIE

GÉNÉRALE, ANALYTIQUE

INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

PAR

J. PELOUZE

Membre de l'Institut,
président de la Commission
des monnaies.

E. FREMY

Membre de l'Institut,
professeur de chimie à l'École polytechnique
et au Muséum d'histoire naturelle.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

AVEC FIGURES DANS LE TEXTE

TOME SIXIÈME

CHIMIE ORGANIQUE

III

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1865

Chem 428.65.7

HARVARD COLLEGE
JAN 19 1921
LIBRARY

Degrand fund

TRAITÉ

DE

CHIMIE GÉNÉRALE

CHIMIE ORGANIQUE

CARBURES D'HYDROGÈNE.

Cette classe de composés renferme un nombre de corps très-considérable et dont l'importance s'accroît de jour en jour.

Le plus grand nombre des hydrocarbures appartient à deux grandes séries homologues; les autres constituent des groupes isolés ou seulement des individualités, comme la naphtaline.

La première série qui devra nous occuper est celle dite des corps gras; la seconde, celle des substances aromatiques; mais chacune de ces séries se partage en plusieurs groupes qu'il est important de définir et de classer.

Première série. — Les hydrocarbures composant cette série se rapportent à cinq groupes, différant chacun de celui qui le précède par 1 atome d'hydrogène en moins.

Premier groupe.....	$C^{2n}H^{2n+2}$.
Deuxième groupe.....	$C^{2n}H^{2n+1}$.
Troisième groupe.....	$C^{2n}H^{2n}$.
Quatrième groupe.....	$C^{2n}H^{2n-1}$.
Cinquième groupe.....	$C^{2n}H^{2n-2}$.

Le premier groupe est celui dit des hydrures d'alcools monoatomiques, et son point de départ est l'hydrure de méthyle, ou gaz des marais C^2H^4. Ces termes dérivent tous de l'atome double d'hydrogène $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$ dont la moitié est remplacée par un atome simple d'un radical

alcoolique : ainsi, l'hydrure de méthyle sera représenté par $\left.\begin{matrix}C^2H^3\\H\end{matrix}\right\}$. On peut le comparer, quant à sa constitution moléculaire, à l'hydrure de cuivre, découvert par M. Wurtz.

Le deuxième groupe renferme les radicaux alcooliques, tels que l'éthyle; leur formule à l'état de liberté doit être doublée, car elle dérive de la molécule d'hydrogène $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$ dont les deux atomes sont remplacés par des atomes du radical. Cette duplication est exigée en outre par la densité de vapeur et par la loi des nombres pairs d'atomes d'hydrogène. Du reste, nous renvoyons, pour ce groupe, au tome V, page 990, dans lequel ces radicaux ont été étudiés.

Le troisième groupe est celui des hydrocarbures appelés quelquefois *oléfines*, et dont le type est le gaz oléifiant ou éthylène C^4H^4 ; ils constituent les radicaux diatomiques des glycols, c'est-à-dire qu'ils remplacent 2 atomes d'hydrogène.

Le quatrième groupe renferme l'allyle C^6H^5 et ses homologues ; ceux-ci sont triatomiques, et sont les radicaux des alcools triatomiques dont la glycérine est jusqu'à présent l'unique représentant. La formule du radical libre doit être doublée, comme celle des radicaux des alcools monoatomiques.

Enfin le cinquième groupe de cette série a l'acétylène C^4H^2 pour type, et renferme jusqu'à présent quatre termes. Ce sont des hydrocarbures tétratomiques.

Deuxième série. — Cette série est loin d'être aussi complète que la précédente; elle ne renferme jusqu'à présent que trois groupes ayant pour formule générale :

Premier groupe.....	$C^{2n}H^{2n-6}$.
Deuxième groupe.....	$C^{2n}H^{2n-7}$.
Troisième groupe.....	$C^{2n}H^{2n-8}$.

Le premier groupe est celui des hydrures des alcools aromatiques ; il a pour point de départ la benzine $C^{12}H^6$, ou hydrure de phényle.

Le second groupe est celui des radicaux homologues du phényle ; il ne renferme encore que trois termes.

Quant au troisième groupe, il n'est encore représenté que par un seul terme, le cinnamène.

Pour ce qui est des autres hydrocarbures, ils ne forment pas jusqu'à présent de séries homologues, mais renferment néanmoins des composés d'une grande importance. Nous y trouverons toutes les essences isomériques de l'essence de térébenthine, la naphtaline et plusieurs autres corps d'une importance secondaire.

Nous ferons suivre cette classification de quelques généralités sur les hydrocarbures, relatives à leur formation et à leurs métamorphoses.

Synthèse des hydrogènes carbonés. — Le carbone ne se combine pas directement avec l'hydrogène, mais cette combinaison peut s'effectuer

par des procédés indirects et en profitant de l'état naissant, c'est-à-dire de l'aptitude que possèdent les corps à entrer dans une combinaison nouvelle au moment où ils sortent d'une autre combinaison. M. Berthelot a réalisé des synthèses d'hydrogènes carbonés en partant uniquement de principes minéraux.

1° Un mélange de limaille de fer et de carbonate de baryte, étant chauffé au rouge, donne de l'oxyde de carbone ; celui-ci étant chauffé dans des ballons, pendant plusieurs semaines, à 100°, avec de la potasse, se trouve complétement absorbé et transformé en formiate de potasse, suivant l'équation :

$$2CO + KO,HO = C^2HO^3,KO.$$

Le formiate de baryte, que l'on obtient aisément en partant du formiate de potasse préparé par la méthode précédente, donne par la calcination un mélange gazeux composé de gaz des marais C^2H^4, d'éthylène C^4H^4 et de propylène C^6H^6. Ces deux derniers gaz peuvent être séparés en les absorbant par du brôme, puis régénérés de leurs bromures par des procédés de substitution inverse.

Ainsi, le carbone contenu dans le carbonate de baryte, après avoir passé par un grand nombre de combinaisons successives, et sans avoir jamais été en contact avec aucune substance organique, se trouve définitivement fixé dans une combinaison organique bien déterminée et dont la transformation en alcool n'offre pas de difficulté, puisque l'on peut faire absorber l'éthylène par l'acide sulfurique, et le transformer en acide sulfovinique.

2° En faisant agir sur le cuivre, à la température du rouge sombre, un mélange de sulfure de carbone et d'hydrogène sulfuré ou phosphoré, il se forme de l'hydrogène, du gaz des marais C^2H^4, une proportion sensible de gaz oléifiant C^4H^4 et une trace de naphtaline.

La proportion de gaz oléifiant peut être rendue plus considérable en faisant agir sur le fer un mélange de sulfure de carbone, d'hydrogène sulfuré et d'oxyde de carbone. Dans ces conditions, la proportion de gaz oléifiant formée peut être telle que son carbone soit égal à $\frac{1}{10}$ du carbone du sulfure décomposé. Le gaz des marais, formé dans ces circonstances, peut être isolé par l'emploi des dissolvants. Le gaz oléifiant peut être recueilli dans le brôme et dégagé de son bromure, à l'état de pureté ; puis ce gaz oléifiant peut être transformé successivement en sulfovinate de baryte cristallisé et en alcool. Ainsi la synthèse de l'alcool au moyen des corps simples qui le constituent, peut être regardée comme un fait accompli, car le sulfure de carbone s'obtient par l'union directe du carbone et du soufre.

3° Dans la distillation sèche du formiate de baryte se forment du gaz des marais, du gaz oléifiant C^4H^4 et du propylène C^6H^6. D'où il suit que ces deux carbures et les alcools correspondants peuvent être obtenus par synthèse totale, car il est démontré, d'une part, que les formiates

peuvent être préparés au moyen de l'oxyde de carbone; d'autre part, que les carbures précédents peuvent être transformés en alcools correspondants par l'intermédiaire de l'acide sulfurique ou des hydracides.

4° Si l'on dirige ensemble dans un tube chauffé au rouge sombre de l'oxyde de carbone et du gaz des marais purifié, il se forme une petite quantité de propylène C^6H^6. Le gaz des marais seul ne fournit rien de semblable dans les mêmes conditions.

5° Dans la distillation sèche de l'acétate de soude, se forment du gaz oléifiant (très-peu abondant) C^4H^4, du propylène C^6H^6, du butylène C^8H^8 et un peu d'amylène $C^{10}H^{10}$. Le carbone contenu dans ces divers carbures peut s'élever a $\frac{1}{20}$ du carbone total contenu dans l'acétate.

6° Les divers carbures qui viennent d'être signalés peuvent être condensés dans le brôme et étudiés séparément, après avoir été dégagés de nouveau à l'état de pureté par le procédé suivant : le composé bromé est chauffé vers 250°, dans un tube scellé et vide d'air, avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium. Ce procédé permet de régénérer facilement de leurs bromures le gaz oléifiant, le propylène, etc. En supprimant le cuivre, on obtient les hydrures des carbures alcooliques : ainsi le bromure d'éthylène $C^4H^4Br^2$ fournit le carbure C^4H^6, et le bromure de propylène $C^6H^6Br^2$ fournit le carbure C^6H^8.

(M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 236, et t. XLVI, p. 1102.)

SÉRIE DES CORPS GRAS.

PREMIER GROUPE.

HYDRURES DES RADICAUX ALCOOLIQUES.

Type : $C^{2n}H^{2n+2}$.

Le point de départ de cette série de composés est l'hydrure de méthyle ou gaz des marais $\left.\begin{matrix}C^2H^3\\H\end{matrix}\right\} = C^2H^4$, dont l'histoire a été faite dans le tome Ier.

Ces hydrures se produisent quelquefois dans la distillation sèche des matières organiques : ainsi, dans la distillation du bois, on rencontre de l'hydrure de méthyle parmi les produits gazeux, et cette circonstance peut expliquer pourquoi on rencontre en abondance ces composés dans les pétroles d'Amérique, qui, d'après les travaux récents de MM. Pelouze et Cahours, en sont presque entièrement composés, comme nous le verrons plus loin.

Plusieurs réactions donnent naissance aux hydrures alcooliques; la plus caractéristique est celle qui a lieu par la décomposition, en présence d'une base, des acides homologues de l'acide acétique et des acides bibasiques homologues de l'acide succinique. C'est ainsi que

l'acide œnanthylique et l'acide subérique donnent naissance tous deux à de l'hydrure d'hexyle, le premier en perdant 2 équivalents d'acide carbonique, le second en en perdant 4. Ces réactions sont exprimées par les équations :

$$\underbrace{C^{14}H^{14}O^4}_{\text{Acide œnanthylique.}} + 2BaO = \underbrace{C^{12}H^{14}}_{\text{Hydrure d'hexyle.}} + 2(CO^2,BaO).$$

$$\underbrace{C^{16}H^{14}O^8}_{\text{Acide subérique.}} + 4BaO = C^{12}H^{14} + 4(CO^2,BaO).$$

Lorsque l'on fait agir le zinc sur les iodures des radicaux alcooliques, il peut se produire l'hydrure correspondant, en même temps qu'un hydrocarbure de la forme $C^{2n}H^{2n}$.

$$2(C^{2n}H^{2n+1})I + 2Zn = \left.\begin{matrix}C^{2n}H^{2n+1}\\H\end{matrix}\right\} + C^{2n}H^{2n} + 2ZnI.$$

L'eau, en agissant sur les radicaux organo-métalliques, peut aussi donner naissance aux hydrures correspondants :

$$\underbrace{ZnC^4H^5}_{\text{Zinc-éthyle.}} + H^2O^2 = \underbrace{\left.\begin{matrix}C^4H^5\\H\end{matrix}\right\}}_{\text{Hydrure d'éthyle.}} + \underbrace{ZnO,HO}_{\text{Hydrate de zinc.}}$$

Les hydrures alcooliques, soumis à l'action du chlore, donnent lieu à des produits de substitution dont le premier est identique, ou isomérique, avec l'éther chlorhydrique correspondant. On comprend que l'identité n'est pas forcée, car il peut se faire que la substitution porte sur un atome d'hydrogène du radical ou sur l'atome d'hydrogène typique :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}C^{2n}H^{2n+1}\\H\end{matrix}\right\}}_{\text{Hydrure alcoolique.}} + 2Cl = HCl + \underbrace{\left\{\begin{matrix}C^{2n}H^{2n}Cl.\\H\end{matrix}\right.}_{\text{Hydrure chloré.}}$$

$$\left.\begin{matrix}C^{2n}H^{2n+1}\\H\end{matrix}\right\} + 2Cl = HCl + \underbrace{\left\{\begin{matrix}C^{2n}H^{2n+1}.\\Cl\end{matrix}\right.}_{\text{Éther chlorhydrique.}}$$

Quoi qu'il en soit, lorsque l'on fait agir la potasse alcoolique sur le premier terme de substitution, on donne naissance à l'hydrocarbure correspondant, de la forme $C^{2n}H^{2n}$, que l'on peut alors transformer en alcool par l'addition d'eau. C'est ainsi que M. Berthelot a transformé l'hydrure de méthyle monochloré en alcool méthylique ou esprit de bois.

La source la plus abondante de ces hydrures se trouve dans les pétroles d'Amérique, comme l'ont constaté récemment MM. Pelouze et Cahours, et il est à remarquer qu'ils ne sont jamais accompagnés des hydrures homologues de la benzine. M. Schorlemmer, en étudiant les produits volatils résultant de la distillation du *cannel-coal*, y a aussi rencontré un certain nombre d'hydrures $C^{2n}H^{2n+2}$, mais ils étaient accompagnés de benzine et de ses homologues. D'autres pétroles ne sont pas composés de même; quelques-uns paraissent renfermer des hydrocarbures $C^{2n}H^{2n}$.

Les pétroles d'Amérique qui existent aujourd'hui en grandes quantités dans le commerce ont été, de la part de MM. Pelouze et Cahours (*Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. I, p. 5, janvier 1864), l'objet d'un travail approfondi. On sait que ces huiles sont devenues, depuis un certain nombre d'années, l'objet d'une exploitation considérable dans différentes contrées de l'Amérique du Nord ; les sources les plus abondantes sont à Titusville en Pensylvanie et à Mecca, dans le comté de Trumbull ; chacune de ces sources a fourni dans le courant de l'année 1861 plus de 180 000 hectolitres ; aussi cette huile vaut-elle à New-York $0^{fr},76$ le gallon ($3^{lit},63$).

Le Canada est aussi très-riche en gisements de pétrole ; il existe à Eniskillen quatre puits forés, à écoulement continu, dont les trois premiers fournissent 5808 hectolitres en vingt-quatre heures.

On n'est pas encore fixé sur l'origine de ces huiles.

Ces pétroles bruts fournissent au commerce quatre produits distincts.

L'un d'eux s'emploie en peinture, à la place de l'essence de térébenthine.

Un autre sert à l'éclairage ; sa densité est de 0,780 à 0,800.

Les deux autres sont d'une qualité inférieure à la précédente et servent quelquefois à la sophistification des huiles végétales.

Ces huiles, soumises à des distillations fractionnées, fournissent la la série des hydrures suivants, que nous étudierons successivement après toutefois avoir fait l'histoire de l'hydrure d'éthyle.

Le nom de la plupart de ces hydrures dérive du rang qu'occupe le composé dans la série homologue $C^{2n}H^{2n+1}$: ainsi le sixième terme de cette série sera celui pour lequel on a $n = 6$; on a nommé ce terme hexyle, et son hydrure est l'hydrure d'hexyle $C^{12}H^{13}H$. Ces noms ont le grand avantage de rappeler immédiatement la composition des corps qu'ils désignent, et le rang qu'ils occupent dans la série. Les noms d'hydrure de capryle, d'hydrure d'œnanthyle sont défectueux, dans ce sens qu'ils désignent déjà des hydrures de radicaux d'acides, c'est-à-dire des aldéhydes.

Voici la liste des hydrures contenus dans les pétroles d'Amérique ; ils forment, comme on voit, une série homologue continue :

Hydrure de butyle.....	C^8H^{10}.	Hydrure de décyle.....	$C^{20}H^{22}$.
Hydrure d'amyle.....	$C^{10}H^{12}$.	Hydrure de undécyle...	$C^{22}H^{24}$.
Hydrure d'hexyle.....	$C^{12}H^{14}$.	Hydrure de duodécyle..	$C^{24}H^{26}$.
Hydrure d'heptyle.....	$C^{14}H^{16}$.	Hydrure de tridécyle...	$C^{26}H^{28}$.
Hydrure d'octyle.....	$C^{16}H^{18}$.	Hydrure de tétradécyle.	$C^{28}H^{30}$.
Hydrure de nonyle.....	$C^{18}H^{20}$.	Hydrure de pentadécyle.	$C^{30}H^{32}$.

A cette classe de produits intéressants vient se rattacher la paraffine, qui les accompagne constamment dans les pétroles d'Amérique, et qui se caractérise comme eux par une grande indifférence chimique. Peut-être même existe-t-il plusieurs carbures solides constituant des paraf-

fines distinctes formant des mélanges analogues à ceux que nous présentent les carbures liquides des pétroles d'Amérique.

Chacun de ces carbures est attaqué par le chlore, et le premier terme de cette substitution représente l'éther chlorhydrique de l'alcool correspondant.

HYDRURE DE MÉTHYLE. $C^2H^4 = C^2H^3,H$.

Cet hydrure, qui est le point de départ de la série qui nous occupe, a déjà été traité dans le tome Ier, p. 860, de la *Chimie inorganique*, sous le nom de *gaz des marais*. Nous n'y reviendrons pas.

HYDRURE D'ÉTHYLE. $C^4H^6 = C^4H^5,H$.

L'hydrure d'éthyle se produit par la réaction de l'iodure d'éthyle ou éther iodhydrique sur le zinc en présence de l'eau, ou, comme produit accessoire, par l'action du potassium sur le cyanure d'éthyle.

La meilleure manière d'opérer la préparation de l'hydrure d'éthyle consiste à enfermer un mélange de parties égales d'éther iodhydrique et d'eau avec de la grenaille de zinc dans un tube de verre fort, et, après avoir fermé le tube au chalumeau, à l'exposer à la chaleur d'un bain d'huile. Pour se garantir des explosions, M. Frankland entoure son appareil d'une cage de bois, ouverte par derrière, et munie par devant d'une double vitre qui permet de surveiller la marche de l'opération. La décomposition est beaucoup plus rapide qu'avec l'éther iodhydrique anhydre. Le liquide contenu dans le tube s'épaissit et ne tarde pas à se prendre en une masse blanche et amorphe de sous-iodure de zinc. Au bout de deux heures, on retire le tube du bain et on l'ouvre sous l'eau.

L'hydrure d'éthyle se dégage alors avec violence. La quantité d'éther iodhydrique qu'il convient d'employer ne doit pas aller au delà de 3 grammes et demi, et la température ne doit pas dépasser 180°. Un seul tube fournit 300 centimètres cubes de gaz.

Lorsqu'on veut préparer l'hydrure d'éthyle au moyen du cyanure d'éthyle ou éther cyanhydrique, on décompose l'éther par le potassium dans un appareil particulier. Celui-ci consiste en un ballon fermé par un bouchon percé de deux trous ; l'un des trous reçoit une sorte de pipette à pointe recourbée par le bas. Cet instrument, destiné à recevoir l'éther cyanhydrique, peut être fermé à volonté au moyen d'un robinet adapté à la branche supérieure. La décomposition s'opère dans le ballon et le gaz se dégage à travers le tube engagé dans l'autre trou du bouchon. Ce tube débouche sous une cloche remplie d'eau bouillie. Les premières gouttes d'éther cyanhydrique qui tombent sur le potassium déterminent une réaction très-vive. On perd les premières portions du gaz pour laver le ballon, et quand on s'est assuré que tout l'air est chassé, on introduit le tube de dégagement sous la cloche. Quand l'opération est terminée, on laisse le gaz reposer sur l'eau pendant quelques

heures, ou mieux pendant un jour, pour donner à l'eau le temps d'absorber les vapeurs d'éther cyanhydrique.

Le résidu contenu dans le ballon renferme du cyanure de potassium et du cyanéthyle.

L'hydrure d'éthyle constitue un gaz incolore, inodore, permanent à 18°. Sa densité a été trouvée égale à 1,075. Il est insoluble dans l'eau : l'alcool absorbe 1,13 fois son volume.

L'acide sulfurique concentré ne réagit pas sur l'hydrure d'éthyle ; ni le soufre, ni l'iode ne se combinent avec ce corps, même avec l'aide de la chaleur.

L'hydrure d'éthyle absorbe son volume de chlore à la lumière diffuse, en produisant un mélange d'hydrure d'éthyle chloré et de gaz chlorhydrique. (MM. Frankland et Kolbe.)

HYDRURE DE PROPYLE. $C^6H^8 = C^6H^7,H$.

Ce composé n'a pas encore été étudié d'une façon spéciale.

HYDRURE DE BUTYLE. $C^8H^{10} = C^8H^9,H$.

L'hydrure de butyle se trouve parmi les gaz que le chlorure de zinc dégage de l'alcool butylique.

La portion la plus volatile des huiles de pétrole d'Amérique renferme une certaine quantité de cet hydrure.

(MM. Pelouze et Cahours.)

L'hydrure de butyle est un gaz carburé très-dense, soluble dans l'alcool, brûlant avec une flamme fuligineuse. (M. Wurtz.)

Traité par le chlore sec, l'hydrure de butyle fournit une substance qui, purifiée par des lavages avec du carbonate de soude, puis par une distillation sur du chlorure de calcium, et finalement soumise à une rectification, donne du chlorure de butyle bouillant de 65° à 70°. Traité par la potasse alcoolique, ce corps produit du butylène.

(MM. Pelouze et Cahours.)

HYDRURE D'AMYLE. $C^{10}H^{12} = C^{10}H^{11},H$.

L'hydrure d'amyle se produit par la réaction de l'iodure d'amyle et du zinc en présence de l'eau.

Pour préparer l'hydrure d'amyle, on expose un mélange de volumes égaux d'iodure d'amyle et d'eau à l'action du zinc, à une température d'environ 142°, dans un tube scellé à la lampe ; le zinc n'a pas besoin d'être amalgamé, et la réaction se fait promptement. On laisse refroidir, on adapte un récipient à la pointe coupée du tube, et l'on distille au bain-marie à 60°. On abandonne le produit pendant vingt-quatre heures sur de la potasse solide, et on le rectifie au bain-marie à 35°.

L'hydrure d'amyle est aussi contenu dans le liquide le plus volatil et recueilli à 80°, provenant de la décomposition de l'iodure d'amyle sec par l'amalgame de zinc. Il est mêlé d'amylène. Pour en effectuer la séparation, on refroidit le mélange à — 10°, et l'on y introduit une solu-

tion saturée d'acide sulfurique anhydre dans l'acide sulfurique de Nordhausen qui se combine avec l'amylène. On abandonne pendant quelques heures le mélange en l'agitant de temps à autre, et l'on distille au bain-marie à une douce chaleur. Au moyen de quelques fragments de potasse, on débarrasse le produit distillé d'un léger mélange d'acide sulfureux.

Enfin, d'après M. Bauer, on rencontre aussi cet hydrure dans les produits résultant de l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique, dans la préparation de l'amylène.

MM. Pelouze et Cahours ont trouvé que les pétroles d'Amérique renferment des quantités notables d'hydrure d'amyle. Pour le purifier, ils mettent en contact avec de l'acide sulfurique concentré les portions de ces huiles distillant de 30° à 32°; un lavage au carbonate de soude, un séjour avec du chlorure de calcium fondu et une rectification à 30° en achèvent la purification.

L'hydrure d'amyle est un liquide incolore, transparent, très-mobile, d'une odeur agréable, analogue à celle du chloroforme. Sa densité, à 14°,2, est égale à 0,6385 ; il constitue donc le plus léger des liquides connus. Il est encore liquide à — 24° et bout à + 30°. La densité de vapeur est égale à 2,4998.

Il est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther.

Sa vapeur est très-inflammable et brûle avec une flamme blanche et et lumineuse, sans fumée. Il n'est pas attaqué par un contact prolongé avec l'acide sulfurique fumant; les agents oxydants les plus énergiques l'attaquent à peine. (M. Frankland.)

L'hydrure d'amyle absorbe rapidement le chlore, même à la lumière diffuse et à la température ordinaire, en s'échauffant. Si l'on évite de faire intervenir un excès de ce gaz, qu'on lave, avec de l'eau chargée de carbonate de soude, le liquide provenant de cette réaction et qui fume fortement à l'air, en raison de l'acide chlorhydrique qu'il retient en dissolution, puis que finalement on le fasse digérer sur du chlorure de calcium anhydre, on obtient un produit complexe qui, soumis à une rectification ménagée, laisse dégager d'abord une petite quantité du carbure inaltéré, tandis que les dernières parties qui passent à la distillation renferment des dérivés par substitution du carbure primitif, dans lequel un ou plusieurs équivalents d'hydrogène ont été remplacés par du chlore.

La portion passant vers 100° renferme le chlorure d'amyle $C^{10}H^{11}Cl$, identique avec l'éther amylchlorhydrique ordinaire.

HYDRURE D'HEXYLE. $C^{12}H^{14} = C^{12}H^{13},H$.

L'hydrure d'hexyle, qui constitue la partie la plus abondante des huiles de pétrole, est un liquide incolore et très-limpide, bouillant à 68° et possédant une odeur éthérée. (MM. Pelouze et Cahours.)

Cet hydrure se forme aussi par l'action de la baryte sur l'acide subérique :

$$\underbrace{C^{16}H^{14}O^{8}}_{\text{Acide subérique.}} + 4BaO = \underbrace{C^{12}H^{4}}_{\text{Hydrure d'hexyle.}} + 4CO^{2},BaO.$$

(M. Riche, *Ann. Phys. et Chim.*, t. LIX, p. 426.)

Sa densité est égale à 0,669 à la température de 16°; la densité de sa vapeur est de 3,05.

Insoluble dans l'eau, ce liquide se dissout abondamment dans l'alcool, l'éther, l'esprit de bois, la benzine et divers éthers composés.

Ce carbure d'hydrogène dissout abondamment, même à froid, le suif, l'éthal, la stéarine, la margarine, la paraffine, les huiles grasses et les acides qui résultent de leur saponification. Il dissout facilement la nitrobenzine et l'alcool phénique. Il dissout aussi à froid la nicotine. Il opère à chaud la dissolution de l'aniline, mais celle-ci s'en sépare en entier par le refroidissement. Il ne dissout que difficilement les résines. Il prend feu par l'approche d'un corps en ignition et brûle avec une flamme très-éclairante.

L'acide sulfurique au maximum de concentration, l'acide de Nordhausen, l'acide phosphorique anhydre et l'acide azotique même fumant, n'exercent pas d'action sensible sur ce produit.

Traité par le chlore, l'hydrure d'hexyle se comporte à la manière de tous les carbures de ce groupe, en échangeant successivement de l'hydrogène contre des quantités équivalentes de chlore, ce qui a permis d'obtenir la série de produits de substitution suivante :

Chlorure d'hexyle.....	$C^{12}H^{13}Cl$.
Chlorure d'hexyle monochloré.....	$C^{12}H^{12}Cl^{2}$.
Chlorure d'hexyle bichloré.....	$C^{12}H^{11}Cl^{3}$.
Chlorure d'hexyle trichloré.....	$C^{12}H^{10}Cl^{4}$.
Chlorure d'hexyle pentachloré.....	$C^{12}H^{7}Cl^{5}$.

Le premier terme de cette série présente la composition de l'éther chlorhydrique de l'alcool caproïque. (MM. Pelouze et Cahours.)

Quant au dernier terme de cette série, si l'on parvenait à y remplacer chacun des 6 équivalents de chlore qu'il renferme par le groupement HO^{2}, on produirait le composé $C^{12}H^{8}(HO^{2})^{6} = C^{12}H^{14}O^{12}$, qui n'est autre chose que la mannite, et cette transformation acquiert de la probabilité lorsque l'on considère que MM. Wanklyn et Erlenmeyer ont obtenu l'iodure d'hexyle, ou l'iodhydrate d'hexylène, en faisant agir l'acide iodhydrique sur la mannite.

Traite-t-on le chlorure d'hexyle par une solution alcoolique de monosulfure de potassium, on obtient le sulfure d'hexyle ou éther hexylsulfhydrique bouillant vers 145°, et d'une odeur rappelant celle du mercaptan.

Chauffé avec du cyanure de potassium, le chlorure d'hexyle se transforme en cyanure qui, sous l'influence de la potasse, fournit l'acide

œnanthylique $C^{14}H^{14}O^{4}$, de la même manière que le cyanure d'éthyle se transforme en acide propionique.

HYDRURE D'HEPTYLE. $C^{14}H^{16}$.

L'hydrure d'heptyle constitue la portion des pétroles d'Amérique bouillant entre 90° et 96°.

Il se trouve aussi dans les produits de distillation du cannel-coal.

C'est un liquide incolore et très-limpide ; son odeur rappelle celle de l'hydrure ; sa densité est de 0,6995 à la température de 16°.

Le chlore l'attaque, surtout à l'aide d'une douce chaleur, et donne des produits analogues à ceux que fournit l'hydrure d'hexyle.

(MM. Pelouze et Cahours.)

HYDRURE D'OCTYLE. $C^{16}H^{18}$.

L'hydrure d'octyle, qui se trouve, comme les précédents, dans la partie volatile des pétroles d'Amérique, est un liquide incolore et très-mobile, dont l'odeur se rapproche de celle des carbures précédents. Sa densité est de 0,726 à la température de 15°. Il bout entre 116° et 118°.

(MM. Pelouze et Cahours.)

Il se forme aussi, d'après M. Riche, par l'action de la baryte sur l'acide sébacique $C^{20}H^{18}O^{8}$.

L'acide sulfurique fumant, l'acide nitrique fumant et le brôme ne l'attaquent pas. Le chlore le transforme en produits de substitution dont le premier est le chlorure d'octyle bouillant vers 170°.

La potasse décompose le chlorure d'octyle en donnant de l'octylène ou caprylène $C^{16}H^{16}$.

HYDRURE DE NONYLE. $C^{18}H^{20}$.

L'hydrure de nonyle, que l'on peut extraire de l'huile volatile des pétroles d'Amérique, bout entre 136° et 138° ; sa densité est de 0,741 à la température de 15° ; son odeur, analogue à celle des composés précédents, a quelque chose de légèrement citronné. Il dissout les huiles grasses et les essences.

Traité par le chlore, il donne du *chlorure de nonyle* $C^{18}H^{19}Cl$, bouillant à 196°.

Le chlorure, traité par une solution alcoolique d'ammoniaque, est transformé en une ammoniaque composée, la *nonylamine :*

$$C^{18}H^{21}Az = Az\left\{\begin{array}{l} C^{18}H^{19} \\ H \\ H \end{array}\right.$$

(MM. Pelouze et Cahours.)

HYDRURE DE DÉCYLE. $C^{20}H^{22}$.

L'hydrure de décyle, retiré, comme les précédents, de la partie vola-

tile des pétroles d'Amérique, est un liquide incolore et très-limpide, qui présente une odeur citronnée plus manifeste que le précédent; sa densité est de 0,757 à la température de 15°. Il bout entre 158° et 163°.

Le chlore l'attaque ainsi que les autres hydrocarbures en fournissant des produits de substitution, parmi lesquels le chlorure de décyle $C^{20}H^{21}Cl$, bouillant vers 200°, et en donnant les mêmes produits de transformation que le chlorure d'hexyle. (MM. Pelouze et Cahours.)

HYDRURE D'UNDÉCYLE. $C^{22}H^{24}$.

Cet hydrure forme un liquide incolore et limpide; sa densité à 16° est de 0,765. Il bout à 180° et 182°. Son odeur rappelle celle des composés précédents, mais est moins agréable.

Il donne un chlorure $C^{22}H^{23}Cl$, bouillant vers 124°. Du reste, ses produits de transformation sont semblables à ceux des précédents hydrures.

HYDRURE DE DUODÉCYLE. $C^{24}H^{26}$.

La portion de l'huile de pétrole bouillant de 196° à 200° est formée par de l'hydrure de duodécyle ou hydrure de lauryle. Cet hydrure est très-limpide et son odeur rappelle celle de l'essence de térébenthine. Sa densité est de 0,778; le brôme, les acides sulfurique et nitrique fumant ne l'attaquent pas à froid. Il brûle avec une flamme légèrement fuligineuse.

Le chlore forme avec lui des produits de substitution dont le premier, le chlorure de duodécyle, bout vers 245°, et dont la densité est de 0,933. Ce chlorure donne des produits de décomposition homologues de ceux du chlorure d'hexyle.

HYDRURE DE TRIDÉCYLE. $C^{26}H^{28}$.

Cet hydrure constitue les portions du pétrole bouillant entre 216° et et 218°; il est incolore et brûle avec une flamme fuligineuse.

Le chlore le transforme en chlorure de tridécyle $C^{26}H^{27}Cl$.

HYDRURE DE TÉTRADÉCYLE. $C^{28}H^{30}$.

Ce corps distille entre 236° et 240°. Sa densité, à la température de 20°, est de 0,809; ses propriétés sont semblables à celles des hydrocarbures précédents.

HYDRURE DE PENTADÉCYLE OU DE BÉNYLE. $C^{30}H^{32}$.

Il bout à 255° ou 260°; il se comporte comme les hydrures précédents avec les différents agents avec lesquels on le met en contact. Sa densité, à la température de 19°, est de 0,825.

Il fournit un chlorure $C^{30}H^{31}Cl$.

HYDRURE D'HEXADÉCYLE OU DE CÉTYLE. $C^{32}H^{34}$.

Ce dernier hydrure, retiré des pétroles d'Amérique, bout à 286°; il ressemble en tout aux précédents.

Il ne sera pas inutile de compléter l'histoire de ces corps, dont la connaissance est due en grande partie à un travail récent de MM. Pelouze et Cahours, par un tableau général indiquant les principales propriétés physiques des hydrures alcooliques, rapportés tous à 4 volumes de vapeur. Ce tableau montre que le point d'ébullition, ainsi que la densité et la densité de vapeur vont en croissant d'une manière progressive à mesure que s'élève l'équivalent de l'hydrure.

Tableau résumant quelques caractères physiques des hydrures d'alcool monoatomiques.

NOMS DES HYDRURES.	FORMULE pour quatre volumes de vapeur.	DENSITÉ à l'état liquide.	POINT d'ébullition.	DENSITÉ DE VAPEUR	
				expérimentale.	théorique.
Hydrure de méthyle ...	C^2H^4				
Hydrure d'éthyle.....	C^4H^6				
Hydrure de propyle....	C^6H^8				
Hydrure de butyle	C^8H^{10}	0,600 à + 0°	Vers 0°	»	1,790
Hydrure d'amyle.....	$C^{10}H^{12}$	0,628 à + 10°	30°	2,577	2,535
Hydrure d'hexyle	$C^{12}H^{14}$	0,669 à + 18°	68°	3,055	3,029
Hydrure d'heptyle.....	$C^{14}H^{16}$	0,699 à + 16°	92° à 94°	3,600	3,521
Hydrure d'octyle.....	$C^{16}H^{18}$	0,726 à + 15°	116° à 118°	4,010	4,015
Hydrure de nonyle	$C^{18}H^{20}$	0,741 à + 15°	136° à 138°	4,541	4,508
Hydrure de décyle.....	$C^{20}H^{22}$	0,757 à + 16°	158° à 162°	5,040	5,001
Hydrure d'undécyle....	$C^{22}H^{24}$	0,766 à + 16°	180° à 182°	5,458	5,494
Hydrure de duodécyle..	$C^{24}H^{26}$	0,778 à + 20°	198° à 200°	5,972	5,987
Hydrure de tridécyle...	$C^{26}H^{28}$	0,796 à + 17°	218° à 220°	6,569	6,481
Hydrure de tétradécyle .	$C^{28}H^{30}$	0,809 à + 28°	236° à 240°	7,019	6,974
Hydrure de pentadécyle.	$C^{30}H^{32}$	0,825 à + 19°	258° à 262°	7,526	7,467
Hydrure d'hexadécyle..	$C^{32}H^{34}$	»	Vers 280°	8,078	7,961

DEUXIÈME GROUPE.

RADICAUX DES ALCOOLS MONOATOMIQUES.

TYPE : $(C^{2n}H^{2n+1})^2$.

Ce groupe d'hydrocarbures a déjà été étudié tome V, page 990; nous y renvoyons le lecteur.

TROISIÈME GROUPE.

RADICAUX DES ALCOOLS DIATOMIQUES, OU GLYCOLS.

TYPE : $C^{2n}H^{2n}$.

On sait que le carbone et l'hydrogène forment, en s'unissant équivalent à équivalent, une série fort étendue de composés dont le premier

terme C^2H^2, désigné sous le nom de méthylène, n'a pu, malgré toutes les tentatives qu'on a faites, être obtenu jusqu'à présent à l'état de liberté.

Les divers termes de ce groupe, désignés quelquefois sous le nom d'*oléfines*, peuvent s'obtenir par l'action de corps avides d'eau, tels que les acides sulfurique et phosphorique sur l'alcool vinique et sur ses homologues.

Le plus important de ces produits, l'éthylène ou gaz oléifiant, C^4H^4, a été décrit d'une manière détaillée précédemment, nous n'y reviendrons pas.

Nous donnerons, dans le tableau suivant, les noms de ces composés, en mettant en regard leur équivalent, l'état qu'ils affectent à la température et à la pression ordinaires, et leur point d'ébullition lorsqu'ils sont liquides ou solides.

NOM DE LA SUBSTANCE.	ÉQUIVALENT.	POINT D'ÉBULLITION.
Méthylène	?	?
Ethylène ou gaz oléifiant	C^4H^4	Gazeux.
Propylène	C^6H^6	Gazeux.
Butylène	C^8H^8	Condensable à quelques degrés au-dessous de zéro.
Amylène	$C^{10}H^{10}$	Liquide à + 35°.
Hexylène ou oléène	$C^{12}H^{12}$	Liquide à 55°.
Heptylène ou œnanthylène	$C^{14}H^{14}$	Liquide ?
Octylène ou caprylène	$C^{16}H^{16}$	Liquide à 125°.
Nonylène ou élaène	$C^{18}H^{18}$	Liquide à 140°.
Diamylène ou paramylène	$C^{20}H^{20}$	Liquide à 160°.
Triamylène	$C^{30}H^{30}$	Liquide à 245°.
Cétène	$C^{32}H^{32}$	Liquide à 275°.
Tétramylène ou métamylène	$C^{40}H^{40}$	Liquide à 300°
Cérotène	$C^{54}H^{54}$	Solide ?
Melissène	$C^{60}H^{60}$	Solide ?

Un certain nombre de ces carbures se rencontrent dans l'huile de naphte (Eisentueck). M. G. Williams les a aussi rencontrés dans le *boghead naphta*, et les a isolés en employant la méthode de M. Berthelot, qui consiste à combiner ces carbures directement avec les hydracides.

Lorsqu'on agite ces divers carbures avec de l'acide sulfurique concentré, ceux-ci s'unissent graduellement aux éléments de l'eau, pour reproduire les alcools dont ils dérivent. C'est ainsi qu'à l'aide du gaz oléifiant et du propylène, M. Berthelot a pu reproduire récemment les alcools vinique et propylique.

Tous ces composés s'unissent directement à 2 équivalents de chlore ou de brôme, pour engendrer des composés de la forme

$$C^{2n}H^{2n}Cl^2$$

ou

$$C^{2n}H^{2n}Br^2.$$

Ceux-ci se dédoublent sous l'influence de la potasse alcoolique en

chlorure ou bromure alcalin, avec mise en liberté de produits qui ne diffèrent du carbure primitif que par le remplacement de 1 molécule d'hydrogène par 1 équivalent de chlore ou de brôme, et qui sont par suite représentés par la formule générale

$$C^{2n}H^{2n-1}Cl.$$
$$C^{2n}H^{2n-1}Br.$$

Par l'action successive du chlore ou du brôme et de la potasse alcoolique, on obtient deux séries qui peuvent être représentées d'une manière générale à l'aide des formules.

Première série.	*Deuxième série.*
$C^{2n}H^{2n}Cl^{2}$.	$C^{2n}H^{2n-1}Cl$.
$C^{2n}H^{2n-1}Cl^{3}$.	$C^{2n}H^{2n-2}Cl^{2}$.
$C^{2n}H^{2n-2}Cl^{4}$.	$C^{2n}H^{2n-3}Cl^{3}$.
$C^{2n}H^{2n-3}Cl^{5}$.	$C^{2n}H^{2n-4}Cl^{4}$.
.....	.....
$C^{2n}Cl^{2n+2}$.	$C^{2n}Cl^{2n}$.

En présence de l'oxyde d'argent et de l'eau, sous l'influence de la chaleur et d'une pression supérieure à celle de l'atmosphère, le produit

$$C^{2n}H^{2n}Br^{2}.$$

perd son brôme à l'état de bromure d'argent, et fixe à la fois 2 équivalents d'oxygène et 2 équivalents d'eau pour engendrer un oxyde $C^{2n}H^{2n}O^{7}$, qui est aux glycols ce que les éthers simples ordinaires sont aux alcools monoatomiques.

Ces mêmes carbures d'hydrogène s'unissent directement, volume à volume, avec l'acide bromhydrique, donnant naissance cette fois à l'éther bromhydrique de l'alcool correspondant, alcool qu'on peut reproduire, d'après les expériences de M. Berthelot, au moyen de la potasse caustique.

Le chlorure jaune et le chlorure rouge de soufre jouissent, suivant M. Guthrie, de la propriété de s'unir à l'éthylène et à l'amylène avec dégagement de chaleur. On obtient ainsi des composés liquides parfaitement définis qu'on ne saurait volatiliser sans en opérer la destruction.

La composition de ces substances est représentée par les formules :

Pour le chlorure jaune.	*Pour le chlorure rouge.*
$C^{4}H^{4}S^{2}Cl$.	$C^{4}H^{4}S^{2}Cl^{2}$.
$C^{10}H^{10}S^{2}Cl$.	$C^{10}H^{10}S^{2}Cl^{2}$.

L'ammoniaque et la potasse décomposent ces produits, en donnant naissance aux composés

$$C^{4}H^{5}S^{2}O^{2} = C^{4}H^{4}S^{2}O,HO.$$
$$C^{10}H^{11}S^{2}O^{2} = C^{10}H^{10}S^{2}O,HO.$$

Il est probable que tous les carbures de cette série donneraient naissance à des résultats analogues.

Le propylène, chauffé à 100° pendant soixante-dix heures, avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, s'absorbe entièrement et donne naissance à l'éther propylchlorhydrique :

$$C^6H^6 + HCl = C^6H^7Cl.$$

Les acides bromhydrique et iodhydrique peuvent également se combiner avec le propylène pour former les éthers propylbromhydrique et propyliodhydrique.

Ces expériences s'exécutent en chauffant à 100°, dans des ballons scellés à la lampe, le carbure gazeux avec une solution aqueuse des hydracides *saturée à froid* et employée en grand excès. Les éthers formés sont purifiés par l'agitation avec une solution aqueuse de potasse.

L'amylène $C^{10}H^{10}$ s'unit aux acides chlorhydrique et bromhydrique dans les mêmes conditions, quoique plus lentement et d'une manière moins complète; il en résulte les éthers amylchlorhydrique $C^{10}H^{11}Cl$ et amylbromhydrique $C^{10}H^{11}Br$:

$$C^{10}H^{10} + HCl = C^{10}H^{11}Cl.$$
$$C^{10}H^{10} + HBr = C^{10}H^{11}Br.$$

Le caprylène $C^{16}H^{16}$ se prête aux mêmes réactions, mais la combinaison demeure incomplète, même au bout de cent heures de contact à 100°; on obtient ainsi les éthers caprylchlorhydrique $C^{16}H^{17}Cl$ et caprylbromhydrique $C^{16}H^{17}Br$:

$$C^{16}H^{16} + HBr = C^{16}H^{17}Br.$$

Le caprylène, mis en contact à la température ordinaire avec le gaz chlorhydrique, en absorbe immédiatement 7 à 8 fois son volume; puis l'absorption continue en se ralentissant graduellement : au bout de deux heures, elle est égale à 10 volumes; après cinq jours, à 12 volumes ; après vingt-trois jours, à 15 volumes, etc.

L'éthalène $C^{32}H^{32}$ se comporte d'une manière analogue, soit à la température ordinaire, soit à 100°. Les éthers formés ne peuvent être séparés de l'excès de carbure, parce que la chaleur nécessaire pour les distiller détermine leur décomposition.

Le gaz oléifiant lui-même, chauffé à 100° pendant cent heures avec une solution aqueuse d'acide bromhydrique saturée à froid, est complétement absorbé ; il se forme un liquide neutre identique avec l'éther bromhydrique.

Ainsi, les divers carbures d'hydrogène correspondants aux alcools et formés d'équivalents égaux de carbone et d'hydrogène, peuvent s'unir directement, et à volumes égaux, avec les hydracides, et constituer des éthers chlorhydriques et bromhydriques, d'où résulte un nouveau rapprochement entre les éthers et les sels ammoniacaux.

(M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1350.)

Les hydrocarbures $C^{2n}H^{2n}$ sont régénérés de leur bromure lorsque l'on traite celui-ci par du cuivre, de l'eau et du bromure de potassium. Ces substitutions inverses ont été opérées par M. Berthelot.

Le bromure de propylène $C^6H^6Br^2$, chauffé à 275° avec du cuivre, de l'eau et du bromure de potassium, régénère principalement le propylène C^6H^6, qui lui a donné naissance; chauffé avec de l'eau et de l'iodure de potassium, il produit surtout de l'hydrure de propyle C^6H^8, composé dans lequel le brôme du bromure de propylène est remplacé par de l'hydrogène.

Le bromure de butylène $C^8H^8Br^2$ et le bromure d'amylène $C^{10}H^{10}Br^2$, chauffés à 275° avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, reproduisent également le butylène C^8H^8 et l'amylène $C^{10}H^{10}$, qui leur avaient donné naissance.

La liqueur des Hollandais, ou chlorure d'éthylène $C^4H^4Cl^2$, est beaucoup plus difficile à décomposer complétement que le bromure d'éthylène. Cependant, chauffée à 275°, soit avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, elle régénère une certaine quantité de gaz oléifiant C^4H^4; mais ce gaz est mélangé d'éthylène monochloré C^4H^3Cl.

Le chloroforme C^2HCl^3, le bromoforme C^2HBr^3, l'iodoforme C^2HI^3, décomposés, soit par le zinc seul, soit par le cuivre, l'eau et l'iodure de potassium, produisent un mélange de gaz des marais C^2H^4, d'hydrogène, et, dans les deux derniers cas, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. En même temps prend naissance, en petite quantité, un composé très-volatil, absorbable par le brôme, mais dont la nature et l'origine n'ont encore pu être déterminées avec certitude.

Le perchlorure de carbone C^2Cl^4, chauffé avec de l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, produit un mélange de gaz des marais C^2H^4, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'acide carbonique.

Le bromure de propylène bromé, $C^6H^5Br^3$, chauffé avec de l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, régénère un mélange de propylène C^6H^6, d'hydrure de propyle C^6H^8, et d'acide carbonique.

Enfin la trichlorhydrine, $C^6H^5Cl^3$, l'un des éthers chlorhydriques de la glycérine, et un isomère du chlorure de propylène chloré, chauffée avec de l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, produit du propylène C^6H^6, de l'hydrure de propyle C^6H^8, de l'hydrogène et de l'acide carbonique. On peut ainsi, par une nouvelle voie, passer de la glycérine $C^6H^8O^6$, aux carbures d'hydrogène qui lui correspondent, et notamment lui enlever tout l'oxygène qu'elle renferme; il suffit d'éliminer tout cet oxygène sous forme d'eau, en remplaçant cette eau par de l'acide chlorhydrique :

$$C^6H^8O^6 - 6HO + 3HCl = C^6H^5Cl^3;$$

puis on substitue l'hydrogène au chlore.

L'ensemble des réactions qui précèdent confirme par voie synthétique les analogies qui existent entre le groupement moléculaire des com-

posés chlorurés et bromurés et celui des carbures d'hydrogène dont ils dérivent par voie de substitution. (M. Berthelot.)

MÉTHYLÈNE. C^2H^2.

Cet hydrocarbure n'a pas encore été isolé.

ÉTHYLÈNE. C^4H^4.

L'histoire de ce composé ayant été faite, nous n'y reviendrons pas. (Voyez tome Ier, page 865.)

PROPYLÈNE OU TRITYLÈNE. C^6H^6.

Cet hydrogène carboné, désigné également sous le nom de *tritylène*, et qui est à l'alcool propylique ce qu'est l'éthylène à l'alcool ordinaire, s'obtient en faisant passer des vapeurs d'alcool amylique dans un tube de porcelaine chauffé au rouge. On le produit encore en décomposant l'acide valérique par la chaux potassée.

Le propylène prend aussi naissance, suivant M. Lallemand, lorsque l'on décompose par la chaleur le thymol quintichloré ; 5 à 6 grammes de ce corps fournissent environ un litre de gaz propylène.

Il peut être également obtenu par la distillation d'un mélange d'acétate et d'oxalate de chaux :

$$\underbrace{2C^4H^4O^4}_{\text{Acide acétique.}} + \underbrace{C^4H^2O^8}_{\text{Ac. oxalique.}} = \underbrace{C^6H^6}_{\text{Propylène.}} + 3C^2O^4 + 4HO.$$

(M. Dusart.)

Cette réaction, cependant, est loin de donner la quantité de propylène indiquée par la théorie. M. Dusart emploie une solution d'acétate de chaux qu'il précipite par son équivalent d'oxalate de potasse : le mélange est évaporé à siccité, puis soumis à la distillation ; le gaz produit, après avoir été dirigé dans de l'acide sulfurique, est reçu dans du brôme. Un kilogramme d'acétate de chaux donne ainsi environ 60 grammes de bromure de propylène brut.

Suivant MM. Berthelot et de Luca, le propylène peut être préparé à l'état de pureté, soit en recueillant le gaz dégagé au moyen de la glycérine et de l'iodure de phosphore, soit en faisant réagir le mercure sur le propylène iodé, en présence de l'acide chlorhydrique.

Le gaz obtenu par le premier procédé renferme, dans les premières portions, quelques bulles d'hydrogène phosphoré ; celui qu'on prépare par la seconde méthode contient un peu d'acide chlorhydrique, ainsi que des traces d'un composé chloré ou iodé, aisé à enlever en dirigeant le gaz dans un mélange de glace et de chlorure de calcium, où ce composé se condense.

Le propylène est un des gaz qui prennent naissance dans la distillation de l'acétate de soude. (M. Berthelot.)

Enfin, le propylène entre dans la composition des gaz obtenus par

l'action, à une température élevée, de la chaux sodée sur le sucre de canne.

Le propylène, à l'état de pureté, possède une odeur particulière, comme phosphorée, rappelant celle de la marée; cette odeur se confond avec celle du gaz oléifiant purifié. Sa saveur est douceâtre et suffocante. Il n'est pas condensé par un froid de — 40°; cependant on peut le liquéfier par une pression à peu près égale à celle qu'exige la condensation de l'ammoniaque ou de l'acide carbonique. La densité du gaz a été trouvée égale à 1,498. L'eau absorbe $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{15}$ de son volume, l'alcool absolu 12 à 13 fois, et l'acide acétique cristallisable 5 fois son volume de gaz propylène.

L'acide sulfurique fumant ou concentré absorbe le gaz en grande quantité, en produisant de l'acide propylsulfurique. L'acide chlorhydrique l'absorbe également en produisant du chlorure de propyle.

Le chlore et le brôme agissent sur le propylène comme sur le gaz oléifiant : il se forme des chlorures et des bromures de propylène qui se dédoublent, sous l'influence d'une dissolution alcoolique de potasse caustique, en propylènes chlorés ou bromés.

L'iode, sous l'influence des rayons solaires, se combine avec le propylène pour donner de l'iodure de propylène.

Nous donnerons ici la liste des dérivés chlorés du propylène :

Chlorure de propylène. $C^6H^6Cl^2$. — Le chlorure de propylène est une huile pesante, bouillant à 104°, d'une densité égale à 1,151 ; on le prépare en abandonnant à la lumière diffuse, après y avoir mêlé du chlore, le gaz qu'on obtient par la décomposition au rouge de la vapeur d'alcool amylique.

Propylène chloré. C^6H^5Cl.

Chlorure de propylène chloré. C^6H^5Cl,Cl^2. — Bout à 170°; densité, 1,347.

Propylène bichloré. $C^6H^4Cl^2$.

Chlorure de propylène bichloré. $C^6H^4Cl^2,Cl^2$. — Bout entre 195° et 209°; densité, 1,548.

Propylène trichloré. $C^6H^3Cl^3$.

Chlorure de propylène trichloré. $C^6H^3Cl^3,Cl^2$. — Bout entre 220° et 225°.

Propylène quadrichloré. $C^6H^2Cl^4$.

Chlorure de propylène quadrichloré. $C^6H^2Cl^4,Cl^2$. — Bout entre 240° et 245°; densité, 1,731.

Propylène quintichloré. C^6HCl^5.

Chlorure de propylène quintichloré. C^6HCl^5,Cl^2. — Bout à 260°; densité, 1,731.

Propylène sexchloré. C^6Cl^6.

Chlorure de propylène sexchloré. C^6Cl^6,Cl^2. — Bout à 280°; densité, 1,860.

BROMURE DE PROPYLÈNE. $C^6H^6Br^2$.

Le bromure de propylène s'obtient en agitant avec de petites quantités de brôme le gaz provenant de la décomposition ignée de l'hydrate d'amyle, jusqu'à ce que la couleur du brôme persiste; on rectifie le produit sur de la chaux caustique.

C'est un liquide incolore, d'une odeur éthérée, légèrement alliacée,

et semblable à celle de la liqueur des Hollandais ; sa densité est égale à 1,974, et son point d'ébullition est situé à 145°. Il se décompose par l'acide sulfurique concentré. L'acétate d'argent le transforme en diacétate de propylglycol. (M. Wurtz.)

PROPYLÈNE BROMÉ. C^6H^5Br.

Le propylène bromé est un liquide incolore, très-mobile, d'une odeur de poisson pourri ; il bout déjà à 62°, et a une densité égale à 1,472. Il n'est pas attaqué par une dissolution alcoolique d'ammoniaque, dans un tube fermé, à la température de 100°.

M. Sawitsch, en faisant agir sur ce corps l'alcool sodé, l'a transformé en un hydrocarbure C^6H^4, l'allylène, homologue de l'acétylène. Cet hydrocarbure sera étudié plus loin.

Les autres dérivés bromés connus sont les suivants :

	Point d'ébullition.	Densité.
Bromure de propylène bromé. C^6H^5Br,Br^2	192°	2,336
Propylène bibromé. $C^6H^4Br^2$	120°	1,950
Bromure de propylène bibromé. $C^6H^4Br^2,Br^2$	226°	2,469
Propylène tribromé. $C^6H^3Br^3$	»	»
Bromure de propylène tribromé. $C^6H^3Br^3,Br^2$	255°	2,601

Le bromure de propylène bromé, $C^6H^5Br^3$, est isomérique du tribromure d'allyle que M. Wurtz a pu transformer en glycérine par l'action de l'acétate d'argent.

M. Perrot a obtenu un bromure de propylène isomérique du bromure bromé, $C^6H^5Br^3$, en traitant par le brôme les gaz provenant de la décomposition par l'étincelle électrique, de la vapeur d'alcool ou de la vapeur d'éther. Ce dérivé bromé bout vers 140° et ne se solidifie pas à — 15°.

IODURE DE PROPYLÈNE. C^6H^6,I^2.

L'iodure de propylène se produit lorsqu'on introduit de l'iode dans un ballon rempli de gaz propylène, et qu'on expose l'appareil au soleil pendant une heure, ou qu'on le chauffe pendant quelque temps à 50° ou 60°. Le liquide ainsi obtenu est purifié par l'agitation avec un peu de potasse.

Récemment préparé, il est incolore, d'une odeur éthérée, et d'une densité de 2,49 à 18°,5; il ne se solidifie pas à — 10°. Le contact de l'air et de la lumière le colore, et lui communique alors la propriété d'irriter vivement les yeux. Chauffé avec de la potasse alcoolique, il donne du gaz propylène, ainsi que quelques gouttes d'une combinaison volatile, probablement oxygénée.

CHLOROIODURE DE PROPYLÈNE. C^6H^6,ICl.

Lorsque l'on fait passer du gaz propylène dans du chlorure d'iode, il est absorbé, et donne un liquide incolore, d'une odeur éthérée et d'une

saveur douce : c'est le chloroiodure de propylène. La distillation à la pression ordinaire le décompose.

Ce corps a la même constitution que l'iodure de propylène, seulement 1 atome d'iode se trouve remplacé par 1 atome de chlore.

La potasse alcoolique le dédouble en iodure de potassium et en un liquide très-volatil, probablement le propylène chloré ou chlorure d'allyle, C^6H^5Cl. (M. Simpson, *Bull. Soc. chim.*, t. V, p. 500.)

PROPYLÈNE IODÉ. C^6H^5I.

Le propylène iodé, qui est identique avec l'iodure d'allyle, accompagne le propylène dans l'action de l'iodure de phosphore sur la glycérine.

Pour le préparer, on mélange une partie d'iodure de phosphore cristallisé PI^3, et une partie de glycérine anhydre : la réaction est très-vive et presque immédiate. On rectifie ensuite le produit distillé en recueillant à part les portions distillant à 101°.

C'est un liquide insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, d'une odeur éthérée, puis alliacée. Il a une saveur d'abord sucrée, mais il irrite vivement les gencives. Récemment préparé, il est incolore et d'une densité égale à 1,789 à 16°; mais l'air et la lumière le rougissent promptement et lui font alors émettre des vapeurs irritantes.

Maintenu pendant quarante heures en contact, à 100°, avec une solution d'ammoniaque, il produit un iodhydrate d'où la potasse dégage de la propylamine. Si l'on ajoute un léger excès d'acide chlorhydrique à la liqueur potassique d'où la propylamine a été chassée par l'ébullition, et qu'on évapore la liqueur au bain-marie, on obtient de longues aiguilles noir violacé. Celles-ci fondent par la chaleur, et se décomposent en dégageant de l'iode avec des vapeurs inflammables, et en laissant un résidu de charbon; elles sont insolubles dans l'eau, un peu solubles dans une solution bouillante d'iodure de potassium, peu solubles ou insolubles dans le sulfure de carbone, peu solubles dans l'alcool absolu et dans l'éther.

L'acide azotique fumant décompose immédiatement le propylène iodé en en séparant de l'iode.

L'acide sulfurique n'agit pas sur lui à froid ; mais, par l'action de la chaleur, le mélange se charbonne, et il se dégage une petite quantité de propylène.

Lorsqu'on ajoute au propylène iodé du zinc et de l'acide sulfurique étendu, on recueille, à une douce chaleur, un gaz contenant le quart de son volume de propylène.

Le propylène iodé, agité avec du mercure métallique et de l'acide chlorhydrique concentré s'attaque en donnant du gaz propylène pur :

$$C^6H^5I + HCl + 4Hg = C^6H^6 + Hg^2I + Hg^2Cl.$$

Lorsqu'on distille ensemble des solutions alcooliques de propylène

iodé et de sulfocyanure de potassium (M. Zinin), ou bien qu'on fait réagir ces deux corps en vase clos, à 100° (MM. Berthelot et de Luca), il se produit de l'iodure de potassium et de l'essence de moutarde, ou sulfocyanure d'allyle.

En solution alcoolique, le propylène iodé agit lentement sur les sels de potasse. Il attaque vivement les sels d'argent en produisant de l'iodure d'argent, ainsi que des huiles semblables aux éthers composés.

Le propylène iodé dissout à chaud une grande quantité d'iode; mais un traitement par la potasse enlève celui-ci entièrement.

(MM. Berthelot et de Luca, *Ann. de phys. et de chim.*, t. XLIII, p. 258.)

En faisant passer de l'acide iodhydrique à travers le propylène iodé, on met de l'iode en liberté, en même temps qu'il se forme de l'iodure de propyle C^6H^7I.

(M. Simpson, *Ann. de chim. et phys.*, t. LXIX, p. 383.)

BUTYLÈNE. C^8H^8.

Ce corps peut être considéré comme de l'alcool butylique moins les éléments de l'eau. On a en effet :

$$\underbrace{C^8H^{10}O^2}_{\text{Alcool butylique.}} - 2HO = \underbrace{C^8H^8}_{\text{Butylène.}}.$$

Il existe donc entre le butylène et l'alcool butylique le même rapport qu'entre l'éthylène et l'alcool ordinaire.

Le butylène est gazeux à la température ordinaire, car il entre déjà en ébullition à + 3°; il est peu soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, et d'une densité égale à 1,926.

L'acide sulfurique l'absorbe en s'échauffant beaucoup, et produit un composé dont la nature est peu connue.

On obtient le butylène :

1° En distillant l'alcool butylique sur du chlorure de zinc fondu. (M. Wurtz.)

2° En décomposant le valérianate de potasse par l'électricité. (M. Kolbe.)

3° En faisant passer des vapeurs de corps gras dans un tube de porcelaine porté au rouge. (M. Faraday.)

4° En chauffant de l'acide caprylique, de l'acide palmitique ou de l'acide pélargonique avec un excès de chaux potassée. (M. Cahours.)

5° En décomposant à 275°, par l'eau, le cuivre et l'iodure de potassium, le bromure de butylène formé au moyen des gaz de la distillation de ces acides gras. (M. Berthelot.)

Enfin M. Bouchardat paraît avoir observé le butylène parmi les produits de la distillation sèche du caoutchouc.

Et M. de Luynes l'a obtenu à l'état d'iodhydrate en faisant agir l'acide iodhydrique sur l'érythrite.

L'acide acétique cristallisable absorbe le butylène. L'acide sulfurique

le dissout en prenant une légère coloration jaune, et la liqueur étendue d'eau se trouble. L'acide iodhydrique se combine facilement et directement avec le butylène pour former de l'iodhydrate de butylène.

Le chlore et le brôme donnent, avec le butylène, une série de composés chlorés et bromés.

CHLORURE DE BUTYLÈNE. $C^8H^8Cl^2$.

Ce composé se produit lorsque la vapeur du butylène est mise en contact avec du chlore gazeux; la combinaison s'effectue à volumes égaux. C'est un liquide incolore et limpide, doué d'une saveur aromatique, à la fois douceâtre et amère. Sa densité est égale à 1,112 à 12° et sa densité de vapeur est représentée par 4,426, pour 4 volumes de vapeur. Il bout à 123°. Il est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Le chlore l'attaque par un contact prolongé, sous l'influence des rayons solaires, en donnant de l'acide chlorhydrique et un corps visqueux.

Bouilli avec une solution alcoolique de potasse, il donne un abondant dépôt de chlorure, en même temps qu'il se produit un autre corps chloré fort volatil, et qui est probablement le *butylène chloré* C^8H^7Cl.

CHLORURE DE BUTYLÈNE CHLORÉ. C^8H^7Cl,Cl^2.

Ce produit paraît se former lorsqu'on fait absorber par le perchlorure d'antimoine un mélange d'hydrogène et de vapeur de butylène et qu'on distille le produit.

BROMURE DE BUTYLÈNE. $C^8H^8Br^2$.

Le bromure de butylène est un liquide bouillant à 160°. Chauffé à 100° dans un tube scellé à la lampe avec une solution alcoolique d'ammoniaque, il donne un dépôt de bromhydrate d'ammoniaque, tandis que du *butylène brômé* C^8H^7Br reste en solution.

On l'obtient facilement en faisant absorber le butylène par le brôme.

BROMURE DE BUTYLÈNE MONOBROMÉ. C^8H^7Br,Br^2.

Liquide lourd, huileux, passant à la distillation entre 208° et 215°, en se décomposant en partie en acide bromhydrique et en charbon.

BROMURE DE BUTYLÈNE BIBROMÉ. $C^8H^6Br^2,Br^2$.

Les hydrogènes carbonés provenant de la décomposition par la chaleur des vapeurs d'alcool amylique, parmi lesquelles se trouve le butylène, peuvent être facilement convertis en bromures en les faisant passer à travers une couche de brôme : pendant leur formation, il se produit aussi un bromure cristallisé très-soluble dans les bromures liquides, renfermant 4 équivalents de brôme, il peut être considéré comme un produit de substitution du bromure de butylène. On peut l'isoler de la façon suivante :

Les bromures bruts, soumis à la distillation fractionnée, laissent passer en premier le bromure d'éthylène, puis le bromure de propylène.

La distillation est arrêtée vers 150° à 155°, au moment où le dégage-

ment de vapeurs bromhydriques devient plus abondant; il reste alors dans la cornue un liquide noir, épais, piquant fortement les yeux, qui laisse déposer par le refroidissement un magma noir ayant l'apparence d'un dépôt de charbon.

Ce dépôt charbonneux, séparé du liquide qui le surnage, se dissout dans l'alcool à 33° bouillant.

La solution, filtrée bouillante, laisse déposer par le refroidissement une grande quantité de cristaux blancs, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, très-solubles dans l'alcool bouillant et dans l'éther.

Ces cristaux sont inaltérables à l'air, et ne paraissent pas se volatiliser à la température ordinaire, même après un temps très-long. Ils constituent le bromure de butylène bibromé $C^8H^6Br^2,Br^2$.

Examinés au microscope, les cristaux de ce bromure se présentent sous forme de feuilles de fougère ou de dendrites ressemblant à celles que forme le chlorhydrate d'ammoniaque.

Chauffés dans une cornue, les cristaux se subliment en partie si la température s'élève lentement; à 100°, ils commencent à fondre; entre 114° et 115°, la masse est entièrement liquide. Par le refroidissement, le liquide se prend de nouveau en masse cristalline; le point de solidification est placé entre 110° et 111°. Mais en continuant à chauffer vers 135° à 140°, les cristaux fondus se décomposent, le liquide noircit et il se dégage une grande quantité d'acide bromhydrique; vers 190°, le liquide entre en ébullition; enfin, entre 235° et 240°, il distille un liquide jaunâtre qui ne se solidifie pas par le refroidissement, et il reste dans la cornue un grand dépôt de charbon.

Les cristaux desséchés à 100° présentent la formule $C^8H^6Br^4$.

La potasse alcoolique chauffée avec ces cristaux leur enlève les trois quarts du brôme qu'ils contiennent, et il reste, dissous dans l'alcool, un corps brômé de nature indéterminée.

(M. Eug. Caventou, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 646.)

BUTYLÈNE BROMÉ. C^8H^7Br.

Liquide incolore qui passe à la distillation entre 82° et 92°.

BUTYLÈNE BIBROMÉ. $C^8H^6Br^2$.

Liquide incolore, mobile, distillant sans altération entre 140° et 150°.

AMYLÈNE. $C^{10}H^{10}$.

L'amylène $C^{10}H^{10}$ est un liquide incolore, très-fluide, d'une odeur de choux pourris. Il bout à 39° (M. Balard), à 35° (M. Frankland). La densité de sa vapeur a été trouvée égale à 2,68 (M. Balard) à 2,386, (M. Frankland), et correspond à 4 volumes. Il brûle avec une flamme blanche.

Chauffé avec du chlorure de zinc, il se transforme partiellement en

diamylène. L'acide sulfurique concentré charbonne l'amylène et produit aussi des polymères de cet hydrocarbure. (M. Bauer.)

Sa vapeur est absorbée rapidement et d'une manière complète par l'acide sulfurique anhydre et par le perchlorure d'antimoine.

Il se combine directement à l'acide chlorhydrique et à l'acide iodhydrique.

Tous les corps qui sont avides d'eau comme l'acide sulfurique, l'acide phosphorique anhydre, le chlorure de zinc, peuvent agir sur l'alcool amylique, lui enlever 2 équivalents d'eau, et donner naissance à des carbures d'hydrogène liquides. De tous ces réactifs, celui qui produit les dédoublements les plus nets est le chlorure de zinc. On obtient ainsi plusieurs carbures d'hydrogène qui sont isomériques. Ce sont l'*amylène* $C^{10}H^{10}$, bouillant à 35°; le *paramylène* ou *diamylène* $C^{20}H^{20}$, bouillant à 165°; le *triamylène* $C^{30}H^{30}$, qui bout à 245°, et enfin le *tétramylène* $C^{40}H^{40}$, dont le point d'ébullition est voisin de 400°.

Ces carbures présentent des points d'ébullition très-différents; il est donc facile d'opérer leur séparation.

La marche suivante, prescrite par M. Bauer, paraît être la meilleure pour la préparation de l'amylène. On mélange dans un ballon spacieux 1 partie d'alcool amylique avec 1 ½ de chlorure de zinc pulvérisé (cette pulvérisation doit se faire dans un mortier bien chaud pour empêcher le chlorure de zinc d'attirer l'humidité); on laisse les substances en contact pendant plusieurs jours en agitant de temps à autre, puis on distille. L'action a lieu vers 70° ou 80°, température à laquelle on recueille un mélange d'eau et d'amylène; puis la température s'élève vers 150°, et le liquide mousse et prend une couleur foncée. Si l'on élève la température, le dégagement de vapeurs devient très-tumultueux et il est bon d'interrompre l'opération. Il ne reste plus qu'à soumettre l'amylène à des distillations fractionnées, à le dessécher sur du chlorure de calcium et à le rectifier sur du sodium.

(Bauer, *Ann. chim. et phys.*, t. LXIII, p. 465.)

Enfin, l'amylène se produit aussi à l'état de mélange avec l'hydrate d'amyle, lorsqu'on expose l'iodure d'amyle, dans un tube scellé à la lampe, à l'action de l'amalgame de zinc.

Le produit très-volatil qui accompagne l'huile de vin pesante dans la distillation sèche des éthylsulfates, et que M. Marchand a décrit sous le nom d'*éthérone*, paraît être aussi de l'amylène. Le tétracarbure quadrihydrique extrait par M. Couerbe de l'huile du gaz comprimé provenant de la distillation sèche de la résine, est probablement aussi composé en partie d'amylène.

Le carbure $C^{10}H^{10}$ prend naissance, en vertu d'une synthèse régulière, par l'union de l'éthyle du zincéthyle avec l'allyle de l'iodure d'allyle :

$$C^4H^5 + C^6H^5 = C^{10}H^{10}.$$

Il n'est point le seul carbure d'hydrogène formé dans cette réaction,

car on observe, en outre, la production des hydrogènes carbonés suivants :

$$C^4H^4,\ C^6H^6,\ C^{10}H^{10},\ C^{10}H^{12},\ C^{12}H^{10},\ C^{20}H^{20}.$$

Les deux premiers sont de l'éthylène et du propylène absorbables par le brôme. Ils sont accompagnés d'autres gaz non absorbables par le brôme, et qui sont formés probablement par de l'éthyle et de l'hydrure d'éthyle.

L'éthylène et le propylène sont le produit de la réaction réciproque des groupes éthyle et allyle :

$$C^4H^5 + C^6H^5 = C^4H^4 + C^6H^6.$$

Le carbure $C^{10}H^{12}$ possède le point d'ébullition et la composition de l'hydrure d'amyle.

Le carbure $C^{12}H^{10}$ est l'allyle $\left.\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\right\}$ de M. Berthelot. Il bout à 59°. Il est caractérisé par la propriété qu'il possède de former avec le brôme un tétrabromure solide $C^6H^6Br^4$.

Le carbure $C^{20}H^{20}$ peut être isolé en soumettant à la distillation fractionnée les hydrocarbures les moins volatils. Sa densité de vapeur est de 4,80. Il passe à la distillation vers 160°.

Ce carbure possède, comme le diamylène, la propriété de se combiner énergiquement avec le brôme.

Indépendamment de ces hydrogènes carbonés, la réaction dont il s'agit donne encore naissance à d'autres carbures bouillant à des températures supérieures à 200°, et renfermant moins d'hydrogène que n'en exige la formule $C^{2n}H^{2n}$. La formation de ces carbures, moins riches en hydrogène, explique celle du carbure $C^{10}H^{12}$, qui est plus riche en hydrogène que les carbures moyens $C^{2n}H^{2n}$.

En rapprochant les propriétés du carbure $C^{10}H^{10}$ de celle de l'amylène, on voit :

1° Que le carbure $C^{10}H^{10}$ obtenu par la synthèse ci-dessus possède, comme l'amylène, la propriété de se combiner avec le brôme pour former un bromure $C^{10}H^{10}Br^2$ bouillant vers 180°. Le carbure $C^{10}H^{12}$ mêlé avec le carbure $C^{10}H^{10}$, et qui ne se combine pas avec le brôme, peut être séparé par distillation du liquide bromé. Il bout à 28°, point d'ébullition de l'hydrure d'amyle.

2° Le bromure $C^{10}H^{10}Br^2$ peut être transformé en amylglycol $C^{10}H^{12}O^2$ par l'action de l'acétate d'argent.

3° Ce bromure, traité par la potasse alcoolique, se dédouble en acide bromhydrique et en amylène bromé $C^{10}H^9Br$.

4° Le carbure $C^{10}H^{10}$ se combine avec l'acide iodhydrique et forme un iodhydrate $C^{10}H^{10}$, HI, qui, comme l'iodhydrate d'amylène, réagit à la température ordinaire sur l'acétate d'argent en formant de l'iodure d'argent et en régénérant en grande partie le carbure primitif.

Le carbure $C^{10}H^{10}$ possède donc toutes les propriétés de l'amylène.

Néanmoins la question d'isomérie entre ce carbure d'hydrogène et l'amylène ne paraît pas encore définitivement résolue.

(M. Wurtz, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 354.)

Nous avons déjà dit que l'amylène se combine directement avec l'acide iodhydrique ; le produit qui résulte de cette combinaison n'est pas identique, mais seulement isomérique avec l'iodure d'amyle. Cette isomérie a été signalée par M. Wurtz, qui distingue la nouvelle combinaison sous le nom d'*iodhydrate d'amylène*. Cet iodhydrate correspond à un isomère de l'alcool amylique, l'*hydrate d'amylène*.

(*Comptes rendus*, t. LV, p. 370.)

BROMURE D'AMYLÈNE. $C^{10}H^{10}Br^2$.

Le bromure d'amylène s'obtient par l'union directe du brôme avec l'amylène ; il bout entre 175° et 180°, non sans éprouver un commencement de décomposition.

Ce bromure, chauffé à 275° avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, régénère l'amylène. (M. Berthelot.)

M. Bauer a observé que le bromure d'amylène, dans un grand nombre de réactions, se décompose de deux manières, suivant que le groupe $C^{10}H^{10}$ reste intact ou qu'un atome de brôme s'y substitue à un atome d'hydrogène.

Ainsi le composé $C^{10}H^9Br$ peut prendre naissance quand on prépare l'amylglycol par la réaction de l'acétate de potasse sur le bromure d'amylène.

$$C^{10}H^{10}Br^2 + C^4H^3KO^4 = C^{10}H^9Br + C^4H^4O^4 + KBr.$$

Avec l'acétate d'argent, au contraire, il ne se produit jamais que de l'amylglycol.

Lorsque l'on traite le bromure d'amylène par l'amylate de soude, il se produit une réaction énergique qui a lieu suivant l'équation :

$$C^{10}H^{10}Br^2 + \left.\begin{matrix}C^{10}H^{11}\\Na\end{matrix}\right\}O^2 = C^{10}H^9Br + \left.\begin{matrix}C^{10}H^{11}\\H\end{matrix}\right\}O^2 + NaBr.$$

Le potassium, en agissant sur le bromure d'amylène, peut lui enlever tout le brôme et régénérer l'amylène, ou enlever seulement un atome de brôme en dégageant un atome d'hydrogène ; dans ce dernier cas, c'est de l'amylène bromé qui se forme.

AMYLÈNE BROMÉ. $C^{10}H^9Br$.

L'amylène bromé s'obtient par l'action d'une solution alcoolique de potasse sur le bromure d'amylène. Il constitue une huile pesante, très-mobile et très-volatile, distillant en grande partie de 100° à 110°.

Un mélange de bromure d'amylène et d'une solution alcoolique d'ammoniaque, maintenu pendant plusieurs jours à la température de 100° dans un tube scellé à la lampe, laisse un dépôt de bromhydrate d'ammoniaque.

Si l'on ajoute de l'eau au produit de la réaction, il se précipite de l'amylène bromé ; la liqueur aqueuse étant ensuite évaporée après avoir

été saturée par l'acide chlorhydrique, donne un résidu qui ne cède à l'alcool concentré qu'une très-faible quantité d'une matière cristallisée ; celle-ci, humectée d'eau et traitée par l'hydrate de potasse, met en liberté une substance huileuse douée d'une odeur ammoniacale. Mais on n'obtient ce produit qu'en quantité excessivement faible.

L'amylène bromé n'agit pas sur une dissolution alcoolique d'ammoniaque, même après un contact de quinze jours, à une température de 100°.

L'amylène monobromé se comporte envers le brôme ou le chlore comme l'amylène lui-même, en fixant Br^2 ou Cl^2, et en formant ainsi du bromure ou du chlorure d'amylène bromé. (M. Cahours.)

BROMURE D'AMYLÈNE BROMÉ. $C^{10}H^9Br, Br^2$.

Ce corps, qui se forme par l'action du brôme sur le composé précédent, est une substance cristalline soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool et insoluble dans l'eau. Son odeur et sa saveur rappellent celles du camphre.

La potasse alcoolique le décompose en lui enlevant une partie du brôme et en produisant sans doute de l'amylène bibromé $C^{10}H^8Br^2$.

ACTION DES CHLORURES DE SOUFRE SUR L'AMYLÈNE.

Lorsque l'on ajoute goutte à goutte de l'amylène à du sous-chlorure de soufre, il y a combinaison immédiate avec production de chaleur et sans dégagement de gaz. Il est nécessaire de refroidir le chlorure de soufre ; le mélange est ensuite exposé pendant quelques heures à la chaleur du bain-marie pour chasser l'excès d'amylène. On obtient ainsi un liquide qui ne trouble pas par l'eau et qui est le *disulfochloride d'amylène*. Sa composition est exprimée par la formule $C^{10}H^{10}S^2Cl$.

C'est un liquide limpide, jaune clair, d'une densité égale à 1,149.

En faisant agir le chlorure rouge de soufre sur l'amylène, on obtient de même du *dichlorosulfide d'amylène* $C^{10}H^{10}S^2Cl^2$, qui ressemble au composé précédent. La potasse le décompose en donnant du *chlorure de fusyle* $C^{10}H^9Cl$.

(Guthrie, *Annalen der Chem. und Pharm.* t. CXIII, p. 266.)

ACTION DE L'ACIDE NITRIQUE SUR L'AMYLÈNE.

Lorsque l'on fait passer un courant d'air chargé de vapeurs d'amylène dans de l'acide nitrique concentré et bouillant, on recueille dans le récipient un sublimé gras et cristallin. Purifié et cristallisé au moyen de l'éther bouillant, ce corps se présente sous forme de longs prismes rectangulaires. Sa composition est celle de l'*amylène binitré* $C^{10}H^8(AzO^4)^2$. C'est le seul exemple jusqu'à présent de la substitution de l'acide nitrique dans un hydrocarbure $C^{2n}H^{2n}$. Il est insoluble dans l'eau froide ou bouil-

lante, difficilement soluble dans l'alcool froid, mais très-soluble à chaud. L'éther et le sulfure de carbone le dissolvent aisément. Chauffé dans un tube, il se décompose avec explosion; à l'air libre, il brûle avec une flamme livide. (GUTHRIE.)

HEXYLÈNE OU OLÉÈNE. $C^{12}H^{12}$.

Ce corps a été découvert en étudiant la distillation de certains acides gras. (FREMY.)

L'hexylène est blanc, liquide, plus léger que l'eau, très-fluide, d'une odeur comme arsenicale, qui est à la fois pénétrante et nauséabonde. Ce corps est très-inflammable; il brûle avec une flamme blanche qui a souvent quelque chose de verdâtre. Il est à peine soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il bout à 55°, et paraît exercer sur l'économie une action délétère: des oiseaux qui avaient respiré pendant quelque temps sa vapeur sont tombés morts.

D'après MM. Wanklyn et Erlenmeyer, il bout de 68° à 70°.

Il se combine très-énergiquement avec le brôme en fournissant du bromure d'hexylène $C^{12}H^{12}Br^2$.

Lorsqu'on mêle de l'hexylène avec de l'acide sulfurique monohydraté, il se manifeste une réaction très-vive, le mélange entre en ébullition, se colore et dégage de l'acide sulfureux. Étendu d'eau, il forme un liquide épais qui est probablement du parahexylène, c'est-à-dire un polymère de l'hexylène.

Pour obtenir l'hexylène, on distille l'acide métaoléique avec précaution, en ayant soin de condenser les produits au moyen d'un mélange réfrigérant. Dans le cours de l'opération, il se dégage de l'acide carbonique pur, tandis qu'il se condense dans le récipient un mélange d'eau et d'un liquide huileux.

On distille ce liquide, qui est un mélange d'oléène, d'élaène et d'une certaine quantité d'huile empyreumatique dont on ne peut empêcher la formation et qui ne distille pas à 130°, température à laquelle ont passé l'élaène et l'oléène. Le mélange d'oléène et d'élaène qui a passé à la distillation est agité avec une dissolution étendue de potasse, pour le débarrasser de quelques traces d'acides gras volatils qui l'accompagnent toujours; on le soumet ensuite à la distillation, après l'avoir desséché à l'aide du chlorure de calcium. L'hexylène passe le premier dans le récipient. On le purifie en le redistillant plusieurs fois et en recueillant seulement dans chaque distillation les premiers produits obtenus. On le dessèche ensuite sur du chlorure de calcium.

M. Wurtz a montré que l'hexylène est un des produits de l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique.

L'hexylène peut aussi être obtenu à l'aide de l'hydrure d'hexyle, que l'on a transformé en chlorure d'hexyle; il suffit de traiter ce dernier par la potasse alcoolique.

L'iodure d'hexyle, que MM. Wanklyn et Erlenmeyer ont obtenu par l'action de l'acide iodhydrique sur la mannite, est décomposé énergiquement par le brôme, et il se forme, outre du bromure d'hexyle $C^{12}H^{13}Br$, du bromure d'hexylène $C^{12}H^{12}Br^2$.

Traité par le sodium, l'iodure d'hexyle donne naissance à de l'hexylène et à de l'hydrure d'hexyle.

HEPTYLÈNE. $C^{14}H^{14}$.

Cet hydrocarbure est encore peu étudié. MM. Pelouze et Cahours l'ont obtenu en traitant par la potasse le chlorure d'héptyle. Il bout à 94°. Ses propriétés sont celles de ses homologues. Il se combine directement au brôme en donnant un liquide pesant, doué d'une odeur éthérée et camphrée, qui n'est autre que du bromure d'heptylène $C^{14}H^{14}Br^2$.

OCTYLÈNE OU CAPRYLÈNE. $C^{16}H^{16}$.

Le caprylène se produit quand on chauffe l'alcool caprylique avec des corps avides d'eau, tels que l'acide sulfurique ou le chlorure de zinc fondu. On l'obtient encore en chauffant l'acide caprylique, l'acide pélargonique, l'acide œnanthylique, l'acide palmitique ou l'acide margarique avec un excès de chaux potassée. La plupart des matières grasses paraissent en donner par la distillation sèche.

Le caprylène a été obtenu par MM. Pelouze et Cahours par l'action de la potasse sur le chlorure de capryle.

Le caprylène est liquide, oléagineux, très-fluide, plus léger que l'eau. Son odeur est un peu forte; il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité à 17° est égale à 0,723. Il bout sans décomposition à 125°. La densité de sa vapeur a été trouvée égale à 3,90. Il brûle avec une très-belle flamme. (M. Bouis.)

Le caprylène obtenu par MM. Pelouze et Cahours, par l'action de la potasse sur le chlorure d'octyle, ne bout que vers 170°.

Le caprylène dissout très-bien l'iode en se colorant en rouge; par l'agitation, il enlève l'iode aux dissolutions aqueuses. Il dissout à chaud le biiodure de mercure. Il conserve si bien le potassium et le sodium, qu'il serait avantageux de le substituer à l'huile de naphte.

Lorsqu'on chauffe du caprylène avec du sodium, en même temps qu'on y dirige un courant de chlore sec, on obtient le même composé que par l'action du sodium sur le chlorure de capryle. Il y a dégagement d'hydrogène, provenant soit de la combinaison formée, soit de la décomposition par le métal de l'acide chlorhydrique produit aux dépens d'une partie du carbure d'hydrogène :

$$2(C^{16}H^{16} + Na^2) + Cl^2 = 2(C^{16}H^{15}Na + NaCl) + H^2.$$

Le caprylène se combine directement à l'acide chlorhydrique en donnant le chlorure de capryle. (M. Bouis.)

Il est vivement attaqué par le chlore, le brôme et l'acide azotique. Avec ce dernier, la réaction est des plus violentes; on obtient ainsi des corps nitroconjugués huileux et quelquefois en dissolution dans l'acide azotique, ainsi que des aiguilles, très-solubles dans l'eau et l'alcool, d'un acide particulier qui précipite en blanc les sels d'argent.

CAPRYLÈNE QUINTICHLORÉ. $C^{16}H^{11},Cl^{5}$.

Ce composé s'obtient en faisant réagir le chlore sur le caprylène et en ayant soin de refroidir.

On obtient ainsi un liquide visqueux très-dense.

BROMURE DE CAPRYLÈNE. $C^{16}H^{16}Br^{2}$.

Le caprylène se combine vivement avec le brôme avec dégagement de chaleur et formation d'une huile pesante, homologue du bromure d'éthylène, et bouillant vers 200°.

NONYLÈNE OU ÉLAÈNE. $C^{18}H^{18}$.

Ce corps a été découvert, comme l'oléène, en étudiant les produits de la distillation des acides gras liquides. (M. Fremy.)

L'élaène est blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il a une odeur pénétrante qui diffère un peu de celle de l'oléène. Il brûle avec une belle flamme blanche, et bout vers 110°. Il est plus léger que l'eau.

L'acide sulfurique ne paraît pas exercer d'action sur l'élaène.

L'élaène, comme on l'a vu précédemment, se rencontre avec l'hexylène dans les produits de distillation de l'acide métaoléique.

L'élaène, pour être entièrement débarrassé d'hexylène, doit avoir été exposé pendant longtemps à une température de 100°, puis ensuite distillé plusieurs fois. Il retient de petites quantités d'une huile empyreumatique qu'on ne peut pas toujours enlever par des distillations simples; il faut pour y parvenir distiller l'élaène sur de la potasse, qui fixe alors l'huile empyreumatique. Ainsi purifié, l'élaène évaporé spontanément sur une lame de verre ne doit plus laisser de trace huileuse.

CHLORURE DE NONYLÈNE. $C^{18}H^{18}Cl^{2}$.

Le nonylène se combine à froid avec le chlore, et forme un chlorure liquide que l'on prépare en faisant passer un courant de chlore dans l'élaène. La combinaison se fait avec un grand dégagement de chaleur. Si l'on a eu le soin d'introduire l'élaène dans une cornue tubulée, on peut distiller le chlorure dans le courant de chlore. Pendant la combinaison, il se dégage de grandes quantités d'acide chlorhydrique. Le chlorure d'élaène, convenablement purifié, est plus lourd que l'eau; il possède une odeur assez agréable, qui ressemble à celle de l'essence d'anis; il brûle avec une flamme verte et fuligineuse. (M. Fremy.)

DIAMYLÈNE OU PARAMYLÈNE. $C^{20}H^{20}$.

Le paramylène bout à 165°; il est huileux, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, mais l'éther le dissout aisément. Son odeur rappelle celle de l'essence de térébenthine. Sa densité de vapeur est égale à 4,9 et correspond à 4 volumes. Sa densité à 0°, à l'état liquide, est de 0,777.

Ce corps prend naissance en même temps que l'amylène, par l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique. Nous avons vu que le chlorure de zinc agit sur l'amylène lui-même en compliquant sa molécule, c'est-à-dire en le transformant en polymères, parmi lesquels se trouve le diamylène.

Lorsqu'on ajoute goutte à goutte 2 équivalents de brôme à 1 équivalent de diamylène dissous dans de l'éther, et refroidi à —17°, il se forme deux couches dont l'inférieure est du *bromure de diamylène* $C^{20}H^{20}Br^2$, qui, convenablement purifié, forme un liquide incolore d'une odeur agréable et pénétrante. Ce corps agit très-vivement sur l'acétate d'argent. La chaleur le décompose. (M. Bauer.)

TRIAMYLÈNE. $C^{30}H^{30}$.

Ce polymère de l'amylène se produit dans les mêmes circonstances que le diamylène. Il bout entre 245° et 248°. Sa densité est égale à 0,8139, et sa densité de vapeur est de 7,6.

Ce corps est encore peu étudié. Le brôme s'y combine sans qu'il y ait dégagement d'acide bromhydrique.

CÉTÈNE. $C^{32}H^{32}$.

Lorsqu'on distille l'éthal avec de l'acide phosphorique anhydre, on obtient un liquide incolore, huileux et tachant le papier : c'est le cétène $C^{32}H^{32}$. Il bout à 275° et distille sans altération. Sa densité de vapeur est égale à 8,007.

On peut aussi distiller simplement du blanc de baleine et traiter le produit par la potasse ; celle-ci saponifie les acides gras qui passent à la distillation, tandis que la cétène vient surnager.

Il est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

(MM. Dumas et Péligot.)

MÉTAMYLÈNE. $C^{40}H^{40}$.

Le métamylène bout vers 400°. Sa densité de vapeur se rapproche du nombre 9,8.

C'est un liquide épais, brunâtre, d'une densité de 0,871.

Il se produit dans les mêmes circonstances que le diamylène, c'est-à-

dire par l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique ou sur l'amylène.

Son odeur est aromatique et agréable. (M. Balard.)

CÉROTÈNE. $C^{54}H^{54}$.

Le cérotène est un composé solide, cristallin. Il fond à 57° et présente l'aspect de la paraffine. Il prend naissance par la distillation de la cérotine, $C^{54}H^{56}O^{2}$, et est alors accompagné ordinairement d'acide cérotique. On sépare ce dernier en le saponifiant par la potasse et en lavant à plusieurs reprises avec de l'eau; on fait ensuite cristalliser le cérotène dans l'alcool et dans l'éther.

Par l'action du chlore humide, le cérotène perd 19 atomes d'hydrogène, qui se trouvent remplacés par 19 de chlore; il se forme ainsi du cérotène chloré $C^{54}H^{35}Cl^{19}$. (Brodie.)

MÉLÈNE. $C^{60}H^{60}$.

Cet hydrocarbure se produit par la distillation sèche de l'alcool mélissique. On peut l'obtenir facilement en distillant simplement la cire. Il constitue une des variétés des corps désignés sous le nom de *paraffines*.

Le mélène cristallise en aiguilles nacrées d'une grande blancheur; il n'a ni odeur ni saveur; sa densité est égale à 0,89. Il est insoluble dans l'eau; l'alcool froid ne le dissout pas davantage, mais il s'y dissout à l'ébullition; l'éther, les huiles grasses et les essences le dissolvent aisément.

Il fond à 62° et se prend par le refroidissement en une masse cireuse. Son point d'ébullition paraît situé entre 370° et 380°; une température supérieure l'altère.

L'acide sulfurique concentré n'attaque pas le mélène à froid; si l'on chauffe, la matière se charbonne en partie, tandis qu'une autre partie se sublime. L'acide nitrique l'attaque très-peu.

Ni la potasse ni la soude, même à l'ébullition, n'altèrent le mélène.

QUATRIÈME GROUPE.

RADICAUX DE LA FORME $C^{2n}H^{2n+1}$.

Ce groupe ne renferme encore que l'allyle; ce terme, ainsi que les autres qui pourraient exister, ne possèdent la formule générale ci-dessus que dans leurs combinaisons; à l'état libre, cette formule doit être doublée et devient alors :

$$(C^{2n}H^{2n-1}) = C^{2n}H^{2n-2}.$$

L'allyle ayant déjà été étudié, tome V, page 300, nous passerons immédiatement au groupe suivant.

CINQUIÈME GROUPE.

COMPOSÉS DE LA FORME $C^{2n}H^{2n-2}$.

ACÉTYLÈNE. C^4H^2.

Lorsqu'on fait passer à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge le gaz oléifiant, les vapeurs d'alcool, d'éther, d'esprit de bois, de chlorure de méthyle, on obtient un gaz particulier, que M. Berthelot a désigné sous le nom d'*acétylène*.

Pour l'obtenir pur, on utilise la propriété qu'il possède de se combiner avec le protochlorure de cuivre ammoniacal pour former un composé rouge et détonant.

L'acétylène prend également naissance lorsqu'on fait agir au rouge la tournure de cuivre sur les vapeurs du chloroforme. Enfin, il se forme par l'action de l'étincelle électrique sur la vapeur d'alcool. Suivant M. Berthelot, c'est l'éther qui fournit ce gaz en plus grande abondance.

M. Berthelot a opéré la synthèse de l'acétylène par l'union directe du carbone et de l'hydrogène, en faisant circuler ce gaz dans un vase contenant deux cônes de charbon bien pur entre lesquels éclate l'arc voltaïque. Dans ces conditions, la combinaison de l'hydrogène avec le charbon s'effectue dès que la décharge se produit, et cela avec une élévation considérable de température. Le composé qui prend naissance est de l'acétylène, et l'on peut le constater en recueillant le gaz formé dans du protochlorure de cuivre ammoniacal. Dans d'autres conditions, l'acétylène est décomposé par l'étincelle électrique, avec dépôt de charbon. (*Comptes rendus*, t. LIV, p. 642.)

M. Sawitsch (*Comptes rendus*, t. LII, p. 257) a obtenu l'acétylène par la décomposition de l'éthylène monobromé sous l'influence de l'amylate de soude; la réaction se représente par l'équation :

$$C^4H^3Br + \left.\begin{matrix}C^{10}H^{11}\\Na\end{matrix}\right\}O^2 = \left.\begin{matrix}C^{10}H^{11}\\H\end{matrix}\right\}O^2 + NaBr + C^4H^2.$$

L'acétylène est un gaz incolore, assez soluble dans l'eau, doué d'une odeur désagréable et caractéristique. Il brûle avec une flamme très-éclairante et fuligineuse. Ni la pression ni le froid ne le liquéfient.

Mêlé au chlore, il détone presque immédiatement, avec dépôt de charbon, même sous l'influence de la lumière diffuse.

L'acétylène s'unit directement au brôme, à la manière du gaz oléifiant, et donne un liquide pesant, dont la composition est exprimée par la formule :

$$C^4H^2Br^2.$$

L'acide sulfurique, au maximum de concentration, absorbe l'acétylène, et donne une combinaison analogue à l'acide sulfovinique.

En saturant la liqueur acide étendue d'eau par le carbonate de baryte, on obtient un sel parfaitement cristallisé.

Si l'on distille la liqueur précédente au lieu de la saturer par une base, on obtient une liqueur spiritueuse, plus volatile que l'eau, très-altérable, d'une odeur analogue à celle de l'acétone, mais plus irritante. dont la composition est représentée par

$$C^4H^4O^2.$$

Ce liquide n'est autre que l'alcool acétylique, qui ne diffère de l'alcool ordinaire que par 2 équivalents d'hydrogène.

L'acétylène peut se transformer en gaz oléifiant, en suivant une méthode fort ingénieuse imaginée par M. Berthelot. Celle-ci consiste à mettre la combinaison cuivrique de l'acétylène en contact avec du zinc et de l'ammoniaque. Dans ces conditions, il se dégage un gaz très-riche en hydrogène bicarboné, mais toujours mêlé d'une petite quantité d'acétylène et d'hydrogène libre.

(M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. L, p. 803.)

Une des propriétés caractéristiques de l'acétylène est celle qu'il possède de se combiner avec le protochlorure de cuivre ammoniacal.

L'acétylure cuivreux paraît avoir pour composition :

$$C^4Cu^2H + nCu^2O.$$

Lorsqu'on fait agir l'acide chlorhydrique sur ce composé, on remet l'acétylène en liberté :

$$C^4Cu^2H + Cu^2O + 2HCl = C^4H^2 + 2Cu^2Cl + HO.$$

Le composé cuivreux est détonant, et cette détonation s'opère vers 120°; elle donne naissance à de l'eau, du cuivre, du carbone et de l'acide carbonique mêlé d'un peu d'oxyde de carbone. (M. Berthelot.)

Le nitrate d'argent ammoniacal absorbe aussi l'acétylène et forme un composé détonant qui, suivant M. Miasnikoff, a pour composition :

$$C^4H^2Ag^2.$$

L'acétylène existe dans le gaz d'éclairage, ce qui s'explique facilement, parce que ce gaz est produit sous l'influence d'une température rouge. On l'en retire aisément en le faisant absorber par le chlorure cuivreux ammoniacal. C'est à cet hydrocarbure, qui n'existe cependant qu'en très-faible proportion dans le gaz, que celui-ci doit une partie de son pouvoir éclairant et de son odeur. (M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1070.)

ACÉTYLÈNE BROMÉ. C^4HBr.

Le bromure d'éthylène bromé, que l'on fait tomber goutte à goutte dans un excès d'une solution alcoolique bouillante de potasse contenue dans une fiole purgée d'air par une ébullition préalable de quelques instants, forme, outre de l'éthylène bibromé $C^4H^2Br^2$, un mélange

gazeux composé d'acétylène et d'acétylène bromé. Pour débarrasser ce mélange des vapeurs d'alcool et d'éthylène bibromé qu'il entraîne, on le fait passer dans deux ou trois flacons laveurs, aux trois quarts remplis d'eau, et dont l'air a été remplacé par de l'acide carbonique, qui est ensuite absorbé avec de la potasse.

Le gaz ainsi obtenu s'échauffe en arrivant au contact de l'air avec production d'une lueur phosphorescente et de fumées blanches très-odorantes contenant de l'acide bromhydrique, mais sans dépôt de charbon. Introduit dans l'oxygène pur, il détone immédiatement en donnant une flamme pourpre brillante, de l'acide bromhydrique, de l'eau, de l'acide carbonique et un abondant résidu de charbon.

Ce mélange, qui contient C^4 sous 4 volumes, comme l'acétylène lui-même, est totalement absorbé par le brôme, avec formation de bromure d'éthylène bibromé $C^4H^2Br^4 = C^4H^2Br^2,Br^2$ et de bromure C^4HBr^3,Br^2.

Le protochlorure de cuivre ammoniacal absorbe intégralement le mélange gazeux; il se forme un précipité rouge d'acétylène cuivreux et destruction totale du gaz bromé qui concourt à la formation du précipité en vertu d'une réaction représentée par l'équation

$$C^4HBr + 3Cu^2O = C^4HCu^2 + BrCu + 3CuO.$$

De sorte que, comme on opère en présence d'un excès d'ammoniaque, à chaque équivalent d'acétylène bromé doivent correspondre 4 équivalents d'oxyde de cuivre CuO.

Cette action du protochlorure de cuivre ammoniacal sur l'acétylène bromé fournit un nouveau moyen d'obtenir d'assez grandes quantités d'acétylène dans un temps très-court. Il présente la composition et la plupart des caractères de l'acétylène de M. Berthelot, avec cette différence pourtant, qui pourrait bien tenir à un cas particulier d'isomérie, que, par l'action du brôme, il donne le bromure $C^4H^2Br^4$, accompagné d'une petite quantité d'un composé cristallin ayant pour formule :

$$C^4HBr^3.$$

L'acétylène bromé n'a pas encore été obtenu à l'état de pureté; il est toujours mélangé d'une certaine quantité d'acétylène.

Pour obtenir un mélange gazeux contenant 80 et même 85 pour 100 d'acétylène bromé, on chauffe le liquide bromé, qui s'est déposé au fond du premier flacon laveur dans un petit appareil distillatoire rempli d'acide carbonique, jusqu'à ce que l'éthylène bromé commence à distiller, ce qui a lieu vers 80° environ. Il faut chauffer doucement et manier avec précaution ce liquide, qui s'enflamme au contact de l'air. Il se produit ainsi un gaz que l'on purge d'acide carbonique en l'agitant rapidement avec une solution aqueuse de potasse, et dont le volume est 50 à 60 fois plus considérable que celui du liquide bromé d'où il provient. Il s'enflamme spontanément à l'air en produisant une flamme pourpre, de l'acide bromhydrique, de l'eau, de l'acide carbonique et du charbon.

Les dernières portions donnent, d'après la quantité de brôme qu'elles contiennent, 80 à 85 pour 100 d'acétylène bromé.

L'acétylène bromé, gazeux à la température ordinaire, se liquéfie sous une pression d'à peu près 3 atmosphères. Il est assez soluble dans l'eau, très-soluble dans l'éthylène bibromé, qui, à 15°, paraît en dissoudre 50 à 60 fois son volume, tandis qu'il ne dissout que 2 volumes d'acétylène.

L'acétylène bromé pur peut s'obtenir en remplaçant le bromure d'éthylène bromé par le bromure d'éthylène bibromé :

$$C^4H^2Br^4 - HBr - Br^2 = C^4HBr.$$

Le gaz ainsi obtenu brûle à l'air avec une flamme pourpre et très-fuligineuse, mais qui contient encore pourtant, quoique en petit proportion, de l'acétylène provenant peut-être de l'élimination de Br^4.

(M. Reboul, *Comptes rendus*, t. LV, p. 136.)

ALLYLÈNE. C^6H^4.

L'allylène peut s'obtenir à la manière de l'acétylène, lorsqu'on fait agir de l'éthylate de soude sur le propylène monobromé.

Lorsqu'on ouvre le ballon, préalablement refroidi, dans lequel on a opéré la réaction, il s'en dégage un torrent de gaz que l'on fait passer dans du protoxyde de cuivre ammoniacal; il se forme ainsi un précipité floconneux abondant, d'un jaune-serin.

Ce corps, lorsqu'il est chauffé, se décompose vivement avec production d'une flamme rougeâtre ; projeté dans du brôme, il est décomposé avec bruissement et production d'une flamme rouge. Enfin, les acides concentrés en dégagent à froid un gaz qui n'est autre que l'allylène.

L'allylène est un gaz incolore, doué d'une odeur forte et désagréable, quoique à un moindre degré que l'acétylène. Il brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse.

Il précipite les sels mercuriels et argentiques en donnant des combinaisons instables analogues aux combinaisons cuivreuses et argentiques que forme l'acétylène.

L'allylène se combine avec le brôme en donnant un bromure liquide, incolore, d'une odeur analogue à celle du tribromure d'allyle.

(M. Sawitsch, *Comptes rendus*, t. LII, p. 399.)

Le bromure d'allylène, obtenu en faisant passer l'allylène dans du brôme, bout entre 180° et 200°, en se décomposant partiellement. Il est plus dense que l'eau, et sa composition $C^6H^4Br^4$ en fait un isomère du bromure de propylène bibromé bouillant à 226°. Il paraît aussi exister un bromure $C^6H^4Br^2$, de sorte que l'allylène serait tantôt diatomique, tantôt tétratomique. (M. Morkownikoff, *Bull. Société chimique*, juillet 1861.)

CROTONYLÈNE. C^8H^6.

Cet hydrogène carboné est liquide au-dessous de + 15°; il possède une odeur très-forte, légèrement alliacée et brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse. Il bout vers 18° et distille entre 18° et 24°. Sa densité de vapeur est égale à 1,936. Le nom de *crotonylène*, que lui a donné M. E. Caventou, rappelle les liens qui rapprochent cet hydrocarbure C^8H^6 de l'acide crotonique $C^8H^6O^4$.

Pour préparer le crotonylène, on fait agir sur le butylène bromé de l'éthylate de soude à la température de l'ébullition; cette préparation est la même que celle de l'allylène et que celle de l'acétylène par l'éthylène bromé.

Le brôme se combine énergiquement avec le crotonylène; le mélange doit se faire lentement et à une très-basse température. On obtient ainsi un liquide plus dense que l'eau, passant à la distillation entre 148° et 158°, en dégageant un peu d'acide bromhydrique et en laissant un dépôt de charbon. Ce bromure est représenté par la formule : $C^8H^6Br^2$.

Si on le laisse pendant plusieurs jours en contact avec un excès de brôme, on voit bientôt se former des cristaux qu'il est facile d'obtenir incolores, et qui ressemblent à ceux du butylène bibromé; ils constituent probablement le tétrabromure $C^8H^6Br^4$. (M. E. Caventou, *Bulletin de la Société chimique*, t. V, p. 169.)

VALÉRYLÈNE. $C^{10}H^8$.

La valérylène est un liquide incolore, très-mobile, beaucoup plus léger que l'eau, dans laquelle il est à peu près insoluble, d'une odeur alliacée pénétrante. Il bout vers 44° à 46°. Sa densité de vapeur est égale à 2,357.

On obtient cet hydrocarbure en chauffant pendant quelques heures, à 140°, dans des tubes scellés, de l'amylène bromé avec une solution alcoolique de potasse saturée à chaud. L'eau ajoutée au produit de la réaction en sépare une couche légère qui est un mélange de valérylène, d'alcool et d'amylène bromé. On lave à l'eau froide pour enlever l'alcool, et l'on sépare par la distillation le valérylène de l'amylène bromé, qui bout vers 115°. (M. Reboul, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 315.)

Le valérylène n'est nullement absorbé par le protochlorure de cuivre ammoniacal, même après plusieurs jours de contact. Ce caractère négatif le distingue nettement de ses homologues.

BROMURE DE VALÉRYLÈNE. $C^{10}H^8Br^2$.

Le valérylène se combine avec le brôme avec une énergie telle qu'il faut avoir soin de ne faire tomber le brôme que goutte à goutte et en refroidissant le liquide dans un mélange réfrigérant. Il ne se produit pas d'acide bromhydrique, et le valérylène se combine directement avec le brôme pour former le composé $C^{10}H^8Br^2$.

Ce bromure, abandonné en vase clos avec du brôme, en prend une nouvelle quantité, et donne un produit solide qui est probablement du tétrabromure.

Le bromure de valérylène n'est pas volatil sans décomposition. Il commence à bouillir à 168° en brunissant et en dégageant des vapeurs d'acide bromhydrique. En arrêtant la distillation lorsque la température a atteint 195°, on peut cependant regarder le produit distillé comme du bromure de valérylène presque pur.

Soumis à l'action de la potasse alcoolique, le bromure de valérylène se détruit en fournissant un liquide bromé volatil, d'une odeur alliacée encore plus vive que celle du valérylène, et qui se combine énergiquement avec le brome; c'est probablement du valérylène bromé. (M. Reboul, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 315.)

HYDROCARBURES DE LA SÉRIE AROMATIQUE.

PREMIER GROUPE.

HYDRURES $C^{2n}H^{2n-6}$.

Ce groupe de composés très-bien définis est aux acides aromatiques $C^{2n}H^{2n-6}O^4$ ce que les hydrures alcooliques $C^{2n}H^{2n+2}$ sont aux acides gras $C^{2n}H^{2n}O^4$. Nous avons vu que ces hydrures dérivent des acides gras par leur distillation en présence d'un excès de chaux ou de baryte. Les hydrures des alcools aromatiques ont parmi leurs modes de production une réaction parallèle; ils s'obtiennent par la distillation des acides monobasiques, homologues de l'acide benzoïque, en présence de la chaux et par la distillation des homologues de l'acide phtalique $C^{16}H^6O^8$. Ainsi la benzine s'obtient par la distillation du benzoate ou du phtalate de chaux en présence d'un excès de chaux :

$$\underbrace{C^{14}H^6O^4}_{\text{Acide benzoïque.}} + 2CaO = \underbrace{C^{12}H^6}_{\text{Benzine.}} + C^2O^4,2CaO.$$

$$\underbrace{C^{16}H^6O^8}_{\text{Acide phtalique.}} + 4CaO = \underbrace{C^{12}H^6}_{\text{Benzine.}} + 2(C^2O^4,2CaO).$$

En outre, on obtient ces hydrures dans la distillation d'un grand nombre de matières organiques, notamment de la houille, et c'est du goudron de houille qu'on se les procure le plus aisément. Nous indiquerons plus loin comment on les sépare de ce goudron. Quelques-uns d'entre eux, comme le cumène, sont contenus dans des essences naturelles. Les hydrures de ce groupe actuellement connus sont :

La benzine, ou hydrure de phényle.....	$C^{12}H^6 = C^{12}H^5,H$.
Le toluène, ou hydrure de toluényle.....	$C^{14}H^8 = C^{14}H^7,H$.
Le xylène, ou hydrure de xylényle.....	$C^{16}H^{10} = C^{16}H^9,H$.
Le cumène, ou hydrure de cuményle... ...	$C^{18}H^{12} = C^{18}H^{11},H$.
Le cymène, ou hydrure de cyményle.....	$C^{20}H^{14} = C^{20}H^{13},H$.

D'autres hydrocarbures, comme la naphtaline, se produisent dans les mêmes circonstances et jouissent de propriétés analogues ; mais comme ils n'appartiennent pas à la même série homologue, nous les étudierons séparément.

Les hydrures homologues de la benzine, soumis à l'action de l'acide nitrique fumant, donnent des corps mononitrés, et soumis à l'action d'un mélange d'acides sulfurique et nitrique concentrés, ils forment des dérivés de substitution binitrés. Ces dérivés nitrés, en présence de corps réducteurs comme le sulfhydrate d'ammoniaque, donnent des ammoniaques composées.

L'acide sulfurique agit sur ces hydrocarbures en donnant des produits particuliers ; ainsi, avec la benzine, on forme la sulfobenzide :

$$\underbrace{2C^{12}H^{6}}_{\text{Benzine.}} + 2SO^{3}HO = \underbrace{(C^{12}H^{5})^{2}S^{2}O^{4}}_{\text{Sulfobenzide.}} + 4HO.$$

Le chlore et le brôme forment avec eux des produits d'addition et de substitution.

L'huile de goudron de houille, que l'on recueille dans la fabrication du gaz de l'éclairage, est la source la plus abondante de ces hydrocarcarbures ; mais il contient en outre un grand nombre de substances, qui sont : l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'acide cyanhydrique, l'acide acétique, le phénol, l'aniline, la picoline, la quinoléine, la naphtaline, le chrysène, l'anthracène, et enfin une huile empyreumatique volatile à 70° et se résinifiant à l'air. Pour retirer les hydrures homologues de la benzine, on agite successivement l'huile avec de l'acide sulfurique dilué, avec de la potasse diluée, et enfin avec de l'eau ; puis, après l'avoir desséchée, on la soumet à la distillation. Les portions passant de 80° à 85° renferment la benzine ; celles qui distillent de 110° à 112° renferment le toluène. Le xylène bout vers 130°, le cumène de 140° à 145°, et le cymène de 170° à 175°.

HYDRURE DE PHÉNYLE, OU BENZINE, $C^{12}H^{6}$.

Cet hydrocarbure, aussi nommé *benzine*, est encore quelquefois désigné sous les noms de *benzol* ou de *phène*. C'est un liquide limpide, incolore, d'une saveur sucrée, d'une odeur éthérée et agréable, lorsqu'il est pur. Sa densité est égale à 0,85 ; et sa densité de vapeur est égale à 2,378. Il bout à 86°, et se prend à 0° en une masse cristalline blanche et transparente. Il est à peu près insoluble dans l'eau, mais se mêle facilement à l'alcool, l'éther et l'esprit de bois. La benzine a la propriété de dissoudre une foule de substances organiques, telles que les huiles, la cire, le caoutchouc, la gutta-percha, etc. ; c'est aussi un bon dissolvant de l'iode, du soufre et du phosphore. Elle brûle avec une flamme fuligineuse très-éclairante.

On obtient la benzine pure par la distillation du benzoate de chaux; pour cela, on distille 1 partie d'acide benzoïque avec 3 parties de chaux. (MITSCHERLICH.)

Elle se forme en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^{14}H^6O^4}_{\text{Acide benzoïque.}} + 2CaO = \underbrace{C^{12}H^6}_{\text{Benzine.}} + C^2O^4,2CaO.$$

Elle prend aussi naissance dans la distillation d'un grand nombre de matières organiques, principalement dans celle des huiles grasses.

Le goudron retiré de la houille, dans la fabrication du gaz de l'éclairage, contient une assez forte quantité de benzine; mais cette substance s'y trouvant mélangée avec un grand nombre de matières étrangères, il est difficile de l'obtenir à l'état de pureté.

Pour y parvenir, on distille le goudron dans des cornues de fonte. On sépare dans l'huile provenant de cette distillation les parties les plus volatiles, qui, agitées successivement avec de l'acide sulfurique dilué, de l'eau et une dissolution étendue de potasse, abandonnent les acides et les alcalis qu'elles renferment. Après cette purification, elles sont soumises à des distillations fractionnées. La benzine passe dans le récipient entre 80° et 85°; on la recueille à part et l'on achève sa purification en la solidifiant, puis en l'exprimant sous une presse.

On peut aussi séparer la benzine du toluène et des autres hydrocarbures qui l'accompagnent en traitant le mélange par de l'acide sulfurique étendu d'un huitième d'eau; à cet état, il est sans action sur la benzine, mais il dissout les autres hydrocarbures.

(M. CHUCH, *Chemical News*, 1861.)

La benzine peut former avec l'acide picrique un composé cristallisé. Pour l'obtenir, on sature à chaud de la benzine avec de l'acide picrique, et on laisse refroidir. Il se dépose alors des cristaux abondants renfermant des équivalents égaux de benzine et d'acide picrique : ce sont des prismes rhomboïdaux d'un jaune clair qui, exposés à l'air, perdent peu à peu toute la benzine qu'ils renferment. (FRITZSCHE, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 723.)

Le chlore, au soleil, transforme la benzine en trichlorure de benzine.

Le brôme se dissout dans la benzine, et se combine avec elle lorsque l'on expose le tout au soleil.

L'iode n'agit pas sur la benzine, même au soleil.

L'acide nitrique fumant convertit la benzine en *nitrobenzine*, que les agents réducteurs transforment en aniline. Une ébullition prolongée avec de l'acide nitrique fumant, ou l'action de cet acide mélangé d'acide sulfurique, transforme la benzine en *binitrobenzine*.

La benzine est difficile à oxyder; pour y parvenir, il faut qu'elle soit préalablement transformée en acide sulfobenzidique; on obtient alors, en l'oxydant par l'acide chromique, un acide particulier, homo-

logue de l'acide benzoïque, et inférieur à celui-ci dans la série. Il a pour composition $C^{12}H^4O^4$. (M. Charles.)

L'acide chromique étendu n'agit pas sur la benzine.

L'acide sulfurique concentré dissout la benzine ; si l'on chauffe légèrement, il se produit de l'*acide phénylsulfureux;* avec l'acide sulfurique fumant, il se forme de la *sulfobenzide*. Nous étudierons successivement tous ces composés.

La benzine est employée dans les arts à différents usages; le plus important est l'emploi que l'on en fait depuis quelques années pour préparer l'aniline. Elle sert en outre dans l'art du dégraissage, grâce à la facilité avec laquelle elle dissout les graisses. Enfin, mélangée à de l'alcool, elle forme un liquide qui peut servir à l'éclairage, et que l'on a désigné sous le nom de *gazogène*.

On peut reconnaître facilement la présence de la benzine dans un mélange d'hydrocarbures, en traitant ce mélange par de l'acide azotique; il se forme de la nitrobenzine. On met cette substance en présence d'eau acidulée d'acide sulfurique, et de zinc grenaillé; il se forme alors de l'aniline, qui est facile à reconnaître par la coloration violette qu'elle donne avec le chlorure de chaux.

PARABENZOL.

Les huiles légères de houille qui renferment la benzine contiennent en outre presque toujours, suivant M. Church, un isomère de la benzine, qu'il a nommé *parabenzol*.

Le parabenzol pur bout à 97°,5; il ne se solidifie pas à 20°, et possède une odeur désagréable.

Les dérivés du parabenzol ne diffèrent pas de ceux de la benzine, si ce n'est cependant l'acide phénylsulfureux, qui présente quelques différences dont il sera fait mention plus loin.

(M. Church, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CIV, p. 111.)

BENZINE MONOCHLORÉE. $C^{12}H^5,Cl$.

Ce corps, qui n'est autre que le chlorure de phényle, peut s'obtenir en chauffant un mélange de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que le chlore commence à se dégager, et en versant ensuite de la benzine dans le mélange. La réaction est énergique, et il faut faire refluer les vapeurs dans le ballon. Le produit brut de cette réaction, qui consiste principalement en chlorhydrate de chlorobenzine, étant lavé à la potasse et rectifié, fournit le chlorure de phényle bouillant à 136°.

Traité par l'amalgame de sodium, ce corps perd son chlore et se transforme en phényle $\left\{\begin{matrix} C^{12}H^5. \\ C^{12}H^5. \end{matrix}\right.$ (M. Church.)

D'après M. Riche, la benzine monochlorée, traitée par le sodium, régénère la benzine.

L'acide nitrique attaque ce corps en le transformant en monochlorobenzine mononitrée, $C^{12}H^4(AzO^4)Cl$, fusible à 78°.

CHLORURE DE BENZINE. $C^{12}H^6Cl^6$.

Ce chlorure est solide et cristallisable; il se forme lorsqu'on expose de la benzine au soleil, dans un flacon rempli de chlore gazeux; les parois du flacon se tapissent de cristaux blancs et transparents. Il ne devrait pas se former d'acide chlorhydrique, néanmoins il s'en produit presque toujours de petites quantités à cause de la formation de benzine trichlorée $C^{12}H^3Cl^3$.

Le chlorure de benzine cristallise en prismes droits très-aplatis, à base rhombe; il fond à 132° et bout vers 150°, en subissant une décomposition partielle.

La potasse alcoolique bouillante le décompose en produisant de la benzine trichlorée :

$$C^{12}H^6Cl^6 = 3KO = C^{12}H^3Cl^3 + 3KCl + 3HO.$$

BENZINE TRICHLORÉE. $C^{12}H^3Cl^3$.

Ce corps, obtenu par l'action de la potasse sur le chlorure précédent, est un liquide huileux, incolore, d'une densité de 1,45, volatil sans décomposition, à 210°; la potasse ne l'attaque pas.

BENZINE MONOBROMÉE. $C^{12}H^5Br$.

La benzine monobromée, ou monobromobenzine, s'obtient en grande quantité en faisant un mélange de 1 équivalent de benzine pour 2 équivalents de brôme que l'on abandonne à lui-même pendant huit jours à la température ordinaire. Le produit, lavé à l'eau et à la potasse caustique, est soumis à la distillation. Indépendamment de la benzine non attaquée et d'une petite quantité de dibromobenzine solide, on obtient ainsi de la monobromobenzine, bouillant de 152° à 154°, et dont le poids s'élève aux trois quarts de celui de la benzine employée.

La monobromobenzine est un corps très-indifférent. La potasse caustique en ébullition ne le décompose pas. Elle ne réagit ni sur le cyanure de potassium, ni sur l'acétate d'argent, ni sur l'acétate de potasse en solution alcoolique. (M. Fittig, *Ann. de chim. et de phys.*, t. LXV, p. 249.)

L'acide nitrique transforme la monobromobenzine en monobromobenzine mononitrée $C^{12}H^4(AzO^4)Br$. L'acide sulfurique fumant la transforme en *acide bromosulfobenzidique*, $C^{12}H^5Br,S^2O^6$. (M. Church.)

Le sodium la décompose assez énergiquement en mettant à nu le corps $C^{24}H^{14}$, qui peut être considéré comme le radical phényle $\left\{\begin{matrix}C^{12}H^5,\\C^{12}H^5.\end{matrix}\right.$ Nous l'étudierons plus loin.

BENZINE BIBROMÉE. $C^{12}H^4Br^2$.

Ce corps se forme par une action plus prolongé du brôme sur la benzine ; il cristallise dans l'éther en prismes rhomboïdaux obliques, fusibles à 89° et distillant sans décomposition à 219°. (M. Church.)

HEXABROMURE DE BENZINE. $C^{12}H^6Br^6$.

Lorsqu'on expose au soleil un mélange de brôme et de benzine, il se concrète peu à peu en donnant du bromure de benzine (hexabromure, $C^{12}H^6Br^6$). Celui-ci constitue une poudre blanche, inodore, très-peu soluble dans l'éther bouillant, d'où il se dépose en cristaux microscopiques.

Soumis à la distillation sèche, ce corps perd du brôme, de l'acide bromhydrique, et il se forme une matière huileuse ; néanmoins une portion de bromure inaltéré se sublime.

Dans l'action du brôme sur la benzine brute, il paraît encore se former un autre corps que Laurent a nommé *broméïne*, et à laquelle il attribue la composition $C^{20}H^6Br^4$.

BENZINE TRIBROMÉE. $C^{12}H^3Br^3$.

Ce corps s'obtient lorsqu'on fait agir la potasse alcoolique bouillante sur le bromure précédent. Il cristallise dans l'éther en aiguilles lamelleuses fusibles et volatiles sans décomposition.

NITROBENZINE. $C^{12}H^5(AzO^4)$.

Lorsqu'on ajoute peu à peu de la benzine à de l'acide nitrique fumant et chaud, il se forme un corps oléagineux qui se rassemble complétement au fond après le refroidissement du mélange : c'est la nitrobenzine $C^{12}H^5(AzO^4)$. On la purifie en la lavant au carbonate de soude très-étendu et à l'eau.

La nitrobenzine prend encore naissance par l'action de la chaleur sur quelques nitrobenzoates, et est un des produits de l'action de l'acide nitrique sur l'essence de térébenthine.

La nitrobenzine constitue un liquide jaunâtre, insoluble dans l'eau, et d'une densité de 1,209. A 3°,elle se prend en aiguilles, et elle distille à 213°. Cette distillation doit se faire avec précaution, de crainte des détonations; on évite ces dernières en opérant la distillation sur de la chaux (M. Lauth). La densité de sa vapeur est égale à 4,4.

Elle a une saveur sucrée, et son odeur rappelle beaucoup celle de l'essence d'amandes amères ; on lui donne quelquefois dans le commerce le nom d'*essence de mirbane*, et est employée dans la parfumerie.

Elle est presque insoluble dans l'eau, mais elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther, ainsi que dans les acides sulfurique et nitrique concentrés.

L'acide nitrique bouillant la transforme peu à peu en *binitrobenzine*.

La potasse alcoolique bouillante la transforme en *azoxybenzide*.

Une des réactions les plus importantes de la nitrobenzine est de se transformer en aniline ou phénylamine, corps qui a déjà été étudié, et sur lequel nous reviendrons à propos des matières colorantes artificielles. Les agents réducteurs qui opèrent le mieux cette transformation sont l'hydrogène sulfuré en présence de l'ammoniaque, le zinc en présence de l'acide sulfurique, et le fer en présence de l'acide acétique; c'est ce dernier procédé qui est généralement employé. M. Scheuer-Kestner a observé que dans ce cas il y a quelquefois régénération de benzine et formation d'ammoniaque.

L'équation qui rend compte de cette transformation, et qui s'applique à un grand nombre de corps nitrés, est la suivante, quel que soit l'agent réducteur que l'on emploie.

$$C^{12}H^{5}(AzO^{4}) + 6H = C^{12}H^{7}Az + 6HO.$$

BINITROBENZINE. $C^{12}H^{4}(AzO^{4})^{2}$.

Nous avons vu que la nitrobenzine se transforme peu à peu en binitrobenzine sous l'influence de l'acide nitrique bouillant, mais cette action est très-lente. On obtient très-facilement ce second produit de substitution en ajoutant goutte à goutte de la benzine à un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumant, jusqu'à ce que les liquides ne se mélangent plus; par le refroidissement, on obtient alors une bouillie cristalline renfermant la binitrobenzine, que l'on purifie par des lavages à l'eau et des cristallisations dans l'alcool.

Ce corps fond au-dessous de 100° et se prend par le refroidissement en une masse radiée.

Les agents réducteurs le convertissent en nitraniline $C^{12}H^{6}(AzO^{4})Az$.

AZOXYBENZIDE. $C^{24}H^{10}Az^{2}O^{2}$.

Lorsqu'on ajoute de la potasse en morceaux à une solution alcoolique de nitrobenzine, celle-ci s'échauffe beaucoup et devient brune; en distillant ensuite le mélange jusqu'à ce qu'il se soit formé deux couches, la supérieure se prend par le refroidissement en une masse cristalline brune. Celle-ci contient l'azoxybenzide, qu'on purifie par une dissolution dans l'alcool et en faisant passer du chlore dans la solution, pour détruire la matière brune. L'azoxybenzide cristallise alors en belles aiguilles blanches; c'est une substance dure, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool et l'éther. (M. Zinin.)

L'azoxybenzide fond à 36° et cristallise par le refroidissement; les acides concentrés et les alcalis ne l'attaquent pas, sauf l'acide nitrique qui le transforme en azoxybenzide nitré $C^{24}H^{9}(AzO^{4})Az^{2}O^{2}$.

La distillation le transforme partiellement en *azobenzide*, et le sulfhydrate d'ammoniaque en *benzidine*.

AZOBENZIDE. $C^{24}H^{10}Az^2$.

Ce corps s'obtient par la distillation sèche de l'azoxybenzide, ou en distillant simplement un mélange de nitrobenzine et de potasse alcoolique. (MITSCHERLICH.)

Il forme de belles paillettes rougeâtres, presque insolubles dans l'eau, fusibles à 65° et distillant sans altération à 193°.

Le sulfhydrate d'ammoniaque, ainsi que l'acide sulfureux, le transforment en *benzidine*.

L'acide nitrique agit sur lui en donnant de l'*azobenzide mononitré* $C^{24}H^9(AzO^4)Az^2$, et *binitré* $C^{24}H^8(AzO^4)^2Az^2$.

L'azobenzide mononitré donne par réduction une base cristallisable, la *diphénine* $C^{24}H^{12}Az^4$.

BENZIDINE. $C^{24}H^{12}Az^2$.

La benzidine est une base soluble dans l'eau bouillante, dans l'alcool et dans l'éther. Elle fond à 108° et distille à une température supérieure en s'altérant en partie. Ses sels cristallisent fort bien et sont décomposés par les alcalis, avec séparation de benzidine. Son chloroplatinate est presque insoluble, indécomposable par l'eau bouillante, et a pour composition $C^{24}H^{12}Az^2,2HCl,2PtCl^2$.

On prépare la benzidine en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution ammoniacale d'azobenzide ; on filtre bouillant pour séparer le soufre mis en liberté, et la liqueur filtrée laisse déposer par le refroidissement des cristaux nacrés de benzidine qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool bouillant. (M. ZININ.)

On peut aussi faire agir l'acide sulfureux sur l'azobenzide en solution alcoolique ; dans ce cas, il se précipite immédiatement du bisulfate de benzidine.

M. W. Hofmann (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 1110) a signalé l'existence d'un isomère de la benzidine, qui se produit dans les mêmes circonstances que la benzidine elle-même, et qu'il a nommé *hydrazobenzol*.

L'hydrazobenzol diffère de la benzidine par le point de fusion, qui est situé à 131°, et surtout par son indifférence pour les acides. La benzidine distille sans altération, tandis que l'hydrazobenzol se décompose en azobenzide et aniline :

$$\underbrace{2(C^{24}H^{12}Az^2)}_{\text{Hydrazobenzol.}} = \underbrace{C^{24}H^{10}Az^2}_{\text{Azobenzide.}} + \underbrace{C^{12}H^7Az}_{\text{Aniline.}}$$

La benzidine, traitée par l'iodure d'éthyle, donne des dérivés éthylés. (M. W. HOFMANN, *Ann. der Chemie und Pharm.*, t. CXV, p. 362.)

SULFOBENZIDE. $C^{24}H^{10}S^2O^4$.

La benzine, soumise à l'action de l'acide sulfurique anhydre, donne d'abord une substance cristalline neutre, la *sulfobenzide* $C^{12}H^5SO^2$,

dans laquelle 1 équivalent d'hydrogène de la benzine se trouve remplacé par 1 équivalent d'acide sulfureux; seulement il convient de doubler cette formule.

La sulfobenzide est cristallisable, fort peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 100° en un liquide incolore, et peut être distillée à une température plus élevée. Dissoute dans l'acide sulfurique concentré, elle se transforme en *acide sulfobenzidique*.

ACIDE SULFOBENZIDIQUE. $C^{12}H^6S^2O^6$.

Ce corps, aussi appelé *acide phénylsulfureux*, se forme en même temps que le précédent, lorsqu'on fait agir l'acide sulfurique anhydre ou fumant sur la benzine; pour l'isoler, on reprend la masse par l'eau, qui laisse la sulfobenzide et dissout l'acide sulfobenzidique formé, et l'on sature la liqueur filtrée par du carbonate de baryte; on sature alors exactement le sel de baryte par le sulfate de cuivre; enfin on décompose par l'hydrogène sulfuré le sulfobenzidate de cuivre ainsi obtenu et purifié par cristallisation. (MITSCHERLICH.)

Le parabenzol, traité par l'acide sulfurique fumant, donne un acide isomérique de l'acide sulfobenzidique; ses sels ont la même composition, mais diffèrent par leurs propriétés. Le sulfobenzidate d'ammoniaque notamment, donne du parabenzol quand on le décompose, tandis que le sel obtenu avec la benzine régénère de la benzine.

(M. CHURCH.)

Les sulfobenzidates métalliques, distillés en présence de l'oxychlorure de phosphore, donnent le *chlorure de sulfobenzidyle* $C^{62}H^5S^2O^4Cl$.

Ce composé est liquide, oléagineux, incolore, d'une odeur prononcée d'amandes amères. Sa densité, prise à 23°, est 1,378. Il bout à 254°. Les alcalis le transforment en chlorure et en sulfobenzidate alcalins.

L'ammoniaque le convertit en un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de *sulfobenzidylamide* $C^{12}H^5(AzH^2)S^2O^4$.

ACIDE BENZYLSULFUREUX. $C^{12}H^6,S^2O^4$.

Ce corps s'obtient à l'état de sel de zinc lorsqu'on fait agir le zinc-éthyle sur le chlorure de sulfobenzidyle; c'est réellement l'hydrure de sulfophényle. On isole l'acide en traitant par l'acide chlorhydrique le sel de zinc obtenu.

Il est soluble dans l'eau bouillante, et cristallise par le refroidissement; chauffé au-dessus de 100°, il se décompose. L'oxygène de l'air le transforme en acide sulfobenzidique.

(M. KALLE.)

ACTION DU SULFITE D'AMMONIAQUE SUR LA BINITROBENZINE.

Le sulfite d'ammoniaque agit sur la nitrobenzine renfermant de la binitrobenzine, en présence de l'alcool, en la réduisant en partie. Cette réduction est terminée après dix à douze heures d'ébullition, opérée de

manière à faire refluer les vapeurs condensées. Quand la réduction est accomplie, ce qu'on reconnaît à ce qu'une portion de la liqueur ne se trouble plus par l'eau, on laisse refroidir; au bout d'un à deux jours, on filtre et l'on évapore, en maintenant la liqueur alcaline par l'addition de carbonate d'ammoniaque. Bientôt il se dépose des aiguilles cristallines qu'on lave à l'alcool et à l'éther. Ces cristaux ont pour composition $C^{12}H^{14}Az^4,S^4O^{12}$: c'est le sel ammoniacal de l'*acide dithiobenzique* qui s'est formé en vertu de l'équation

$$\underbrace{C^{12}H^4Az^2O^8}_{\text{Dinitrobenzine.}} + \underbrace{12(Az^2H^6O,SO^2)}_{\text{Sulfite d'ammoniaque.}} = \underbrace{C^{12}H^{14}Az^4,S^4O^{12}}_{\text{Dithiobenzate d'ammoniaque.}},$$

Ce sel est très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther.

Le dithiobenzate de baryte s'obtient en traitant le sel ammoniacal par de l'eau de baryte bouillante ; il forme des croûtes cristallines, et a pour composition $C^{12}H^6Ba^2Az^2,S^4O^{12}$.

HYDRURE DE TOLUÉNYLE, OU TOLUÈNE. $C^{14}H^8$.

Le toluène, aussi appelé *benzoène*, est un hydrocarbure liquide, incolore, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Son odeur se rapproche de celle de la benzine. Sa densité, à 10°, est de 0,87. Il bout à 110°, et est contenu dans les parties volatiles de l'huile de goudron de houille qui distillent vers cette température. M. Deville, qui l'a obtenu le premier, l'a retiré de la résine de Tolu en la soumettant à la distillation sèche. MM. Glénard et Boudault ont constaté sa présence dans les produits de la distillation du sang-dragon. On peut l'obtenir par la distillation de l'acide toluique en présence d'un excès de baryte ou de chaux :

$$\underbrace{C^{16}H^8O^4}_{\text{Acide toluique.}} = C^2O^4 + \underbrace{C^{14}H^8}_{\text{Toluène.}}.$$

Enfin, M. Cannizzaro l'a obtenu par l'action de la potasse alcoolique sur l'alcool benzoïque :

$$\underbrace{3(C^{14}H^8O^2)}_{\text{Alcool benzoïque.}} + KO,HO = \underbrace{C^{14}H^5KO^4}_{\text{Benzoate de potasse.}} + \underbrace{C^{14}H^8}_{\text{Toluène.}}.$$

L'acide nitrique fumant le transforme en toluènes mononitré et binitré, qui, sous l'influence des agents réducteurs, donnent de la toluidine et de la nitrotoluidine.

Le chlore l'attaque vivement en produisant différents corps chlorés.

MM. Glénard et Boudault, en oxydant le toluène par l'acide nitrique, ont obtenu un acide isomérique de l'acide nitro-benzoïque, et qu'ils ont nommé *acide nitrodracylique*. M. Deville est parvenu à transformer le toluène en acide benzoïque en l'oxydant par le bichromate de potasse.

Suivant M. Fittig, l'oxydation du toluène par l'acide azotique fournit un acide incolore, presque insoluble dans l'eau froide, fusible et volatil

sans décomposition, et qui, d'après sa composition, est un isomère de l'acide salicylique $C^{14}H^6O^6$. M. Fittig a nommé ce corps *acide oxytoluique*. Il cristallise en aiguilles incolores et brillantes, fusibles à 180°. Il est monobasique et ses sels alcalins et alcalino-terreux sont solubles dans l'eau. Il se forme de l'acide benzoïque en même temps que de l'acide oxytoluique.

L'acide sulfurique agit sur le toluène en donnant de l'*acide sulfotoluénique* $C^{14}H^8,S^2O^6$, analogue à l'acide sulfobenzidique.

PRODUITS D'OXYDATION DU TOLUÈNE.

Le toluène $C^{14}H^8$, extrait des huiles de houille légères, étant chauffé avec de l'acide azotique étendu de 2 parties d'eau, dégage des vapeurs rouges pendant plusieurs jours. Si au bout de ce temps on distille l'huile qui surnage le liquide acide, jusqu'à ce que le quart de celui-ci ait passé, on obtient par le refroidissement du résidu une masse cristalline solide, qui est un mélange de plusieurs acides inégalement solubles dans l'eau. La solution dans l'eau laisse déposer par le refroidissement un acide solide volatil, qu'on purifie par distillation. Le produit distillé, traité par l'eau et saturé, à la température de l'ébullition, par du marbre en poudre, donne une solution qui, par le refroidissement, laisse déposer des aiguilles faiblement colorées en jaune, mais qui deviennent incolores par des cristallisations réitérées. C'est un sel de chaux de la composition :

$$C^{14}H^5CaO^6.$$

L'acide de ce sel possède un point de fusion constant, et sa composition est exprimée par la formule :

$$C^{14}H^6O^6.$$

Cet acide a été nommé *oxytolique*. Il se dissout peu dans l'eau froide, plus facilement dans l'eau bouillante et dans l'alcool.

Il se dépose en petites aiguilles incolores et brillantes de la solution aqueuse chaude. Il fond à 180° et se solidifie à 177°. Déjà avant de fondre il se sublime; à une température plus élevée, il distille sans altération.

Il forme avec la potasse un sel soluble, cristallisable en petites aiguilles brillantes. Ce sel est anhydre.

Le sel de chaux cristallise en petites aiguilles, qui renferment :

$$C^{14}H^5CaO^6 + 3HO.$$

Le sel de baryte forme des aiguilles anhydres.

Le sel d'argent $C^{14}H^5AgO^6$ constitue un précipité blanc volumineux qu'on obtient par double décomposition.

L'acide oxytolique est donc monobasique. Il est isomérique avec les acides salicylique et oxybenzoïque.

(M. Fittig, *Ann. de chim. et de phys.*, t. LXIV, p. 360.)

SUR LA TRANSFORMATION DU TOLUÈNE EN ALCOOL BENZOÏQUE ET EN ACIDE TOLUIQUE.

Ces transformations peuvent s'opérer en passant par les dérivés chlorés et cyanés du toluène.

Le toluène brut, distillé dans un courant de chlore sec à plusieurs reprises, donne du toluène monochloré, tout à fait identique avec le chlorure de toluényle :

$$C^{14}H^{7}Cl.$$

Ces deux produits ont, en effet le même point d'ébullition (175° à 176°), et la même densité à l'état liquide (1,117 à 0°). Ils se décomposent, en outre, dans les mêmes conditions et donnent des produits identiques; c'est ainsi qu'en les soumettant à l'action d'une dissolution alcoolique de potasse, il se produit un éther mixte, c'est-à-dire un oxyde double d'éthyle et de toluényle de la formule :

$$\left.\begin{matrix} C^{4}H^{5} \\ C^{14}H^{7} \end{matrix}\right\} O^{2}.$$

Traités avec de l'acétate de potasse, ils se changent tous deux, par double décomposition, en chlorure de potassium et en acétate de toluényle, qui étant chauffé avec une dissolution alcoolique de potasse, se dédouble à son tour en acide acétique et en alcool benzoïque.

La transformation du toluène en acide toluique $C^{16}H^{8}O^{4}$, peut s'effectuer en passant par le cyanure de toluényle, $C^{14}H^{7}C^{2}Az$, qui se prépare facilement par double décomposition, en faisant réagir le toluène monochloré sur le cyanure de potassium.

Le cyanure de toluényle, soumis pendant longtemps à l'action d'une solution concentrée de potasse caustique, se décompose; il dégage peu à peu de l'ammoniaque, et le liquide éthéré qui surnage finit par disparaître. L'alcali, saturé par un excès d'acide chlorhydrique, laisse précipiter de l'acide toluique en lames cristallines plus ou moins colorées.

On purifie ce produit brut en le distillant avec de l'eau de baryte et en précipitant la base en excès par un courant d'acide carbonique; la solution du sel de baryte étant concentrée, on la décompose de nouveau par l'acide chlorhydrique, on redissout dans l'éther le précipité qui s'est formé, et l'on soumet enfin la solution éthérée à l'évaporation.

L'acide ainsi préparé cristallise en aiguilles blanches ou en petites lames nacrées. Il fond à une température inférieure à 100°, et à un plus haut degré de chaleur il distille sans décomposition appréciable. Ses vapeurs sont aussi âcres que celles de l'acide benzoïque. Il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther, peu soluble dans l'eau froide et bien plus soluble dans l'eau chaude; sa solution rougit le tournesol.

La seule circonstance qui laisse quelque doute sur l'identité de cet acide avec celui qui dérive de l'action de l'acide azotique sur le cymène

est sa plus grande fusibilité, propriété qui, du reste, pourrait bien tenir à des traces de quelque matière étrangère.

(M. CANNIZZARO, *Ann. de chim. et de phys.*, t. XLI, p. 517.)

DÉRIVÉS CHLORÉS DU TOLUÈNE.

Le *toluène monochloré* $C^{14}H^7Cl$ s'obtient lorsqu'on distille le toluène dans un courant de chlore; c'est le premier produit qui se forme. Il est incolore, très-fluide et bout à 170° sans se décomposer.

(M. DEVILLE.)

Le *toluène bichloré* $C^{14}H^6Cl^2$ s'obtient lorsqu'on fait agir à la lumière diffuse le chlore sur le toluène; il est accompagné de trichlorure de toluène bichloré $C^{14}H^6Cl^2,Cl^6$ (DEVILLE). Le toluène bichloré présente la composition et la plupart des propriétés du *chlorobenzol* de M. Cahours (obtenu par l'action du chlore sur l'essence d'amandes amères). Il possède l'odeur de ce dernier, et sa vapeur irrite fortement les yeux. Récemment préparé, il est incolore, mais il se colore peu à peu. Insoluble dans l'eau, il se dissout dans l'alcool et dans l'éther. Il est très-réfringent et a pour densité 1,256 à 13° (la densité du chlorobenzol est 1,245). Il bout à 201°,5.

L'oxyde d'argent le décompose en donnant naissance à de l'essence d'amandes amères.

Le sulfhydrate de potasse agit sur le chlorobenzol en le transformant en sulfobenzol, ce qui n'a pas lieu avec le toluène bichloré. (M. BEILSTEIN, *Bull. Société chimique*, 10 août 1860.)

La vapeur d'eau agit sur le premier en produisant de l'essence d'amandes amères, tandis que le toluène bichloré n'en fournit pas trace. M. Cahours regarde ces deux corps comme isomériques.

Le chlore, en réagissant sur le toluène bichloré, forme du toluène trichloré (M. NAQUET). Le chlorobenzol se comporte d'une manière analogue.

La potasse alcoolique agit sur le toluène bichloré en le transformant en un corps ayant pour composition $C^{18}H^{11}ClO^2$; l'alcool intervient dans la réaction. C'est un liquide aromatique, bouillant à 220°. (M. NAQUET.)

Le *toluène trichloré* $C^{14}H^5Cl^3$ s'obtient par l'action du chlore sur le toluène bichloré. C'est un liquide limpide, d'une odeur piquante et aromatique, irritant fortement les yeux. Il bout vers 240°, en se décomposant partiellement. Dans le vide, il distille vers 140°. Sa densité est égale à 1,44.

La potasse alcoolique, chauffée dans des tubes fermés avec le toluène trichloré, le transforme en benzoate de potasse.

$$\underbrace{C^{14}H^5Cl^3}_{\text{Toluène trichloré.}} + 4KO,HO = 4HO + \underbrace{C^{14}H^5KO^4}_{\text{Benzoate de potasse.}} + 3KCl.$$

(M. NAQUET.)

Le *toluène sexchloré* a été obtenu par M. Deville en distillant, dans un

courant de chlore, les cristaux de trichlorure de toluène bichloré. Il forme de petits cristaux soyeux et nacrés.

NITROTOLUÈNE. $C^{14}H^{7}(AzO^{4})$.

On obtient ce corps en versant du toluène dans de l'acide nitrique fumant; on le sépare à la fin de l'opération en ajoutant de l'eau au mélange.

C'est un liquide dont l'odeur est identique avec celle de la nitrobenzine. Sa densité est 1,180 à 16°,5. Il bout à 225°, et sa densité de vapeur est égale à 4,95.

Les agents réducteurs le convertissent en *toluidine*.

Le *binitrotoluène* $C^{14}H^{6}(AzO^{4})^{2}$ s'obtient en traitant le toluène par un mélange d'acides sulfurique et nitrique fumant. Il forme des aiguilles fusibles à 70° et bouillant vers 300°. Ses dérivés par réduction ne sont pas bien connus. (M. Deville.)

TOLUIDINE. $C^{14}H^{9}Az$.

La toluidine, ou toluénylamine, se prépare en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans le nitrotoluène dissous dans l'alcool ammoniacal, mais l'action est lente et toujours incomplète. M. Sell retire la toluidine de l'aniline brute (*queues d'aniline*) en profitant du peu de solubilité de son oxalate. M. Chautard l'a obtenue en traitant par la potasse la résine qui se forme lors de l'action de l'acide nitrique sur l'essence de térébenthine.

La toluidine cristallise dans l'alcool en larges feuillets, fusibles à 40°. Son point d'ébullition est situé à 198°. Elle est soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles fixes et volatiles; l'eau en dissout un peu. C'est une base faible; elle ne donne pas avec le chlorure de chaux la coloration de l'aniline; elle colore en jaune foncé le bois de pin et la moelle de sureau; l'acide nitrique la colore en rouge. Ses réactions sont analogues à celles de l'aniline; ses sels sont cristallisables.

La *nitrotoluidine* $C^{14}H^{8}(AzO^{4})Az$ s'obtient par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur la dinitrotoluène.

L'action de l'iodure d'éthyle sur la toluidine donne naissance à de l'*éthyltoluidine :*

$$C^{18}H^{13}Az = C^{14}H^{8}(C^{4}H^{5}Az.$$

En chauffant cette base avec de l'iodure d'éthyle, on obtient la *diéthyltoluidine :*

$$C^{22}H^{17}Az = C^{14}H^{7}(C^{2}H^{5})^{2}Az,$$

qui, sous l'influence d'une nouvelle quantité d'iodure d'éthyle, forme de l'*iodure de triéthyltoluénylammonium*. Ce sel, traité par de l'oxyde d'argent humide, fournit l'*hydrate d'oxyde de triéthyltoluénylammonium* $C^{26}H^{23}AzO^{2} = C^{14}H^{7}(C^{4}H^{5})^{3}AzO,HO$. (MM. Morley et Abel.)

L'acide sulfurique fumant agit sur la toluidine en la transformant en acide toluylsulfamique, qui cristallise en aiguilles jaunes qu'on peut

purifier par des cristallisations réitérées dans l'eau bouillante. La composition de cet acide est représentée par la formule $C^{14}H^{9}AzSO^{3}$, et correspond à celle de l'acide sulfanilique.

On obtient de la *toluénylurée* $C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2}$ en faisant agir le cyanate de potasse sur le sulfate de toluidine ; il forme de belles aiguilles blanches, fusibles à 150°, et se décomposant à une température plus élevée en donnant de l'ammoniaque et de la *ditoluénylurée* $C^{30}H^{16}Az^{2}O^{2}$.

(M. Sell, *Ann. der chemie und pharm.*, CXXVI, p. 153.)

DÉCOMPOSITION DU NITROTOLUÈNE PAR LE SULFITE D'AMMONIAQUE.

Le nitrotoluène $C^{14}H^{7}(AzO^{4})$, traité par une solution saturée de sulfite d'ammoniaque, est réduit. On soumet le mélange à l'ébullition pendant huit à dix heures avec de l'alcool absolu et quelques fragments de carbonate d'ammoniaque, en ayant soin de condenser et de faire refluer les vapeurs. La réduction terminée, on laisse refroidir. Au bout de vingt-quatre ou de quarante-huit heures, tout le sulfite d'ammoniaque s'est séparé de la liqueur. On filtre, et l'on évapore jusqu'à consistance sirupeuse, en ayant soin d'ajouter du carbonate d'ammoniaque pour maintenir la liqueur alcaline.

Au bout de quelque temps, il se dépose des paillettes cristallines que l'on sépare de l'eau mère en agitant le tout avec de l'éther; les paillettes restent quelque temps en suspension, puis finissent par se déposer : on peut alors séparer les cristaux par décantation. On les chauffe à 50° ou 60°, puis on les dessèche dans le vide.

Ces cristaux sont le sel ammoniacal de l'*acide thiotoluique*, qu'il serait plus convenable d'appeler *acide toluénylsulfamique :*

$$C^{14}H^{9}Az,S^{2}O^{6}.$$

Leur composition est exprimée par la formule $C^{14}H^{8}(AzH^{4})Az,S^{2}O^{6}$. Ils constituent des paillettes fines et soyeuses, inaltérables à l'air sec, mais qui se décomposent peu à peu à l'air humide en se colorant en rouge. Ils sont insolubles dans l'éther, mais se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool. La solution alcoolique, saturée à chaud, laisse déposer des cristaux par le refroidissement.

Le nitrate d'argent est réduit par la solution du thiotoluate d'ammoniaque. Le sesquichlorure de fer la colore en pourpre, et par la chaleur il se dépose à l'état d'un précipité noir.

Le thiotoluate d'ammoniaque, décomposé par l'ébullition avec du carbonate de potasse, produit du thiotoluate de potasse que l'on sépare de l'excès de carbonate par l'alcool absolu.

La solution alcoolique donne par le refroidissement de petits mamelons qui renferment :

$$C^{14}H^{8}KAz,S^{2}O^{6}.$$

Ce sel est beaucoup moins altérable à l'air que le thiotoluate d'ammoniaque, et est moins soluble dans l'eau et dans l'alcool.

On obtient de la même manière le thiotoluate de soude, qui forme à l'état de pureté de petits mamelons, et après la dessiccation, une poudre blanche cristalline.

Le thiotoluate de baryte forme des croûtes blanches cristallines ressemblant beaucoup au dithiobenzate de baryte.

(M. Hilkemkamp, *Ann. de chim. et de phys.*, t. XLV, p. 344).

HYDRURE DE XYLÉNYLE OU XYLÈNE. $C^{16}H^{10}$.

et hydrocarbure est contenu dans l'huile qui se sépare de l'esprit de bois brut par l'addition de l'eau. On agite d'abord cette huile avec de l'acide sulfurique concentré; on obtient ainsi une masse visqueuse brune, à la surface de laquelle nage un liquide limpide qui renferme le xylène et ses homologues. On lave ce mélange avec une lessive alcaline; puis, après l'avoir séché sur du chlorure de calcium fondu, on le distille sur de l'acide phosphorique anhydre.

MM. Warren de la Rue et H. Mueller l'ont trouvé dans certains pétroles. Il fait aussi partie de l'huile de goudron de houille.

Le xylène distille entre 128° et 130°; ses propriétés sont analogues à celles du toluène.

Traité par l'acide nitrique fumant, il produit le *nitroxylène* qui, sous l'influence du sulfhydrate d'ammoniaque, se transforme en *xylidine*.

(M. Cahours, *Comptes rendus*, t. XXX, p. 319.)

Pour préparer le *chlorure de xylényle* $C^{16}H^{9}Cl$, on fait bouillir le xylène avec un mélange de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique. Ce chlorure ne peut pas être distillé. Il se décompose au-dessus de 200°. Il possède une odeur aromatique, et bout à 216°, en dégageant des vapeurs d'acide chlorhydrique. Sa densité est égale à 1,135.

Distillé avec du cyanure de potassium, il donne une huile pesante, d'une odeur désagréable : c'est le *cyanure de xylényle* $C^{16}H^{9},C^{2}Az$, qui, chauffé avec de la potasse, se transforme en *xylylate de potasse* $C^{18}H^{9}KO^{4}$.

HYDRURE DE CUMÉNYLE, OU CUMÈNE. $C^{18}H^{12}$.

En distillant un mélange formé de 4 parties de baryte et de 1 partie d'acide cuminique cristallisé, on obtient un hydrocarbure, le cumène, $C^{18}H^{12}$.

Le cumène se rencontre dans les produits de la houille et dans l'huile qu'on sépare de l'esprit de bois brut par une addition d'eau.

Il se produit aussi par l'action de l'acide phosphorique anhydre sur la phorone $C^{18}H^{14}O^{2}$ (produit de la distillation sèche du camphorate de chaux).

Ce corps bout à 151°; sa densité de vapeur est égale à 3,96. Il est liquide, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Sous l'influence de l'acide azotique monohydraté et bouillant, il donne une huile pesante qui est le nitrocumène $C^{18}H^{11}(AzO^{4})$.

Par une action prolongée de l'acide, cette huile disparaît et produit

une masse cristalline jaunâtre, soluble en partie dans l'ammoniaque. La partie insoluble dans l'ammoniaque constitue le *binitrocumène* :

$$C^{18}H^{10}(AzO^4)^2,$$

qu'on obtient aussi par l'action d'un mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique sur le cumène. Le corps soluble dans l'ammoniaque est de l'acide nitrobenzoïque (M. Abel). Si l'on emploie un acide azotique plus faible, on obtient de l'acide benzoïque.

Le cumène nitré et le cumène binitré, traités par le sulfhydrate d'ammoniaque, donnent deux alcalis nouveaux, la *cumidine* $C^{18}H^{13}Az$, et la *nitrocumidine* $C^{18}H^{12}(Az^2O^4)Az$. (MM. Cahours et Nicholson.)

Le cumène, traité par l'acide sulfurique, donne l'*acide sulfocuménique*, qui a pour formule $C^{18}H^{11},S^2O^5,HO$. Le *sulfocuménate de baryte* a pour formule $BaO,C^{18}H^{11},S^2O^5$.

CUMIDINE. $C^{18}H^{13}Az$.

La cumidine est une huile jaunâtre, réfractant fortement la lumière. Elle possède une odeur particulière et une saveur brûlante. Refroidie par un mélange de glace et de sel marin, cette base se solidifie en tables carrées qui redeviennent bientôt liquides par une élévation de température.

La cumidine est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther, l'esprit de bois et les huiles grasses. Elle se vaporise lentement à la température ordinaire. Sa densité est 0,952; son poids d'ébullition est situé à 225°.

Récemment distillée, elle est incolore; mais au contact de l'air, elle jaunit promptement, et devient rougeâtre. Sa vapeur brûle avec une flamme jaune très-fuligineuse.

La plupart des sels de cumidine sont cristallisables, incolores, solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool. Ils sont anhydres et ont une réaction acide.

La cumidine, sous l'influence du brôme, donne un dégagement d'acide bromhydrique et une matière solide, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, et se déposant de sa solution alcoolique en longues aiguilles incolores.

La cumidine, traitée par un courant de gaz chloroxycarbonique, se convertit en une masse cristalline qui se dissout dans l'alcool et se dépose de cette dissolution en longues aiguilles semblables au salpêtre : c'est la *carbocumidine*.

On obtient la *carbocumidine sulfurée* par l'action du sulfure de carbone sur la cumidine.

La carbocumidine sulfurée est solide, soluble dans l'alcool et se dépose de sa solution alcoolique en longues aiguilles.

La cumidine se prépare de la manière suivante. On sature une dissolution alcoolique de nitrocumène, d'abord par du gaz ammoniac et

ensuite par de l'hydrogène sulfuré. La liqueur, abandonnée pendant quelques jours à elle-même, dépose du soufre et perd complétement l'odeur de l'acide sulfhydrique. On la soumet de nouveau à l'action de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré, puis on la distille. Ce traitement étant répété plusieurs fois, la totalité du cumène nitré est transformée en cumidine. En évaporant alors la liqueur et en reprenant le résidu par de l'acide chlorhydrique, on produit du chlorhydrate de cumidine, qui cristallise par la concentration. Ce sel, distillé avec de la potasse, donne la cumidine.

Pour purifier cette base, on la combine avec l'acide oxalique ; on décolore l'oxalate de cumidine par le charbon animal, on le dissout dans l'alcool bouillant, qui le dépose par le refroidissement à l'état de pureté ; on le décompose enfin par la potasse caustique. (M. Nicholson.)

Les sels de cumidine sont pour la plupart cristallisables ; sous l'influence de l'humidité, ou en solution, ils s'altèrent rapidement en prenant une couleur verdâtre.

NITROCUMIDINE. $C^{18}H^{12}Az^2O^4 = C^{18}H^{12}(AzO^4)Az$.

Cette base a été découverte par M. Cahours. Elle cristallise en écailles jaunâtres fusibles à une température inférieure à 100°.

La nitrocumidine est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle neutralise les acides les plus forts.

Le brôme agit très-énergiquement sur la nitrocumidine et donne un composé cristallisable qui ne possède plus de propriétés alcalines.

Mise en présence du chlorure de benzoyle, la nitrocumidine ne donne rien à froid ; mais, dès qu'on élève la température à 50° ou 60°, une réaction très-vive se manifeste, et l'on obtient un produit qui, purifié par des lavages avec de l'eau acidulée, puis avec une liqueur alcaline, et enfin avec de l'eau pure, se dissout facilement dans l'alcool bouillant et s'en sépare presque en entier par le refroidissement, sous la forme d'aiguilles d'un blanc éclatant. Ce composé a pour formule :

$$C^{32}H^{16}Az^2O^6 = C^{14}H^5O^2,C^{18}H^{11}(AzO^4)Az.$$

C'est la *benzocumidine nitrée*.

Les chlorures de cinnamyle et de cumyle donnent des composés analogues par leur contact avec la nitrocumidine.

CYANOCUMIDINE. $C^{18}H^{13}AzCy$.

Le cyanogène se combine directement avec la cumidine et forme une nouvelle base, la *cyanocumidine* $C^{18}H^{13}AzCy$. Cette base est soluble dans l'alcool ; l'eau la précipite de sa dissolution alcaline.

(M. Hofmann.)

HYDRURE DE THYMOL OU CYMÈNE. $C^{20}H^{14}$.

Le cymène est le carbure d'hydrogène qui préexiste dans l'essence de cumin. Il est liquide, incolore, très-réfringent ; son odeur est agréable

et rappelle celle de l'essence de citron. Il bout à 175°. Sa densité est égale à 0,861 ; sa densité de vapeur est 4,64. Il est inaltérable à l'air; l'alcool, l'éther et les huiles essentielles le dissolvent facilement.

Le camphre des laurinées, distillé avec de l'acide phosphorique anhydre, donne un carbure d'hydrogène isomérique avec le cymène.

Le cymène prend aussi naissance par l'action successive du brôme et du sodium sur l'essence de térébenthine ou sur un de ses isomères, la caoutchine.

Le cymène obtenu par ce moyen fournit de l'acide insolinique par l'action du bichromate de potasse en présence de l'acide sulfurique.

(M. G. WILLIAMS.)

L'action de l'acide azotique sur le cymène donne deux acides, l'*acide toluique* et l'*acide nitrotoluique*. Le second acide diffère du premier par la substitution d'une molécule de vapeur nitreuse à 1 équivalent d'hydrogène. (M. NOAD.)

Le cymène, obtenu comme nous l'avons indiqué par la distillation de l'essence de cumin, renferme ordinairement du cuminol dont on le sépare en rectifiant le mélange sur de la potasse, qui retient le cuminol à l'état de cuminate de potasse.

L'acide sulfurique fumant le dissout en produisant de l'*acide sulfocyménique;* on obtient ainsi un liquide rouge brun qu'on étend d'eau et qu'on sature par du carbonate de baryte. Pour isoler l'acide, on transforme le sel de baryte en sel de plomb qu'on décompose ensuite par l'hydrogène sulfuré. Il se présente sous forme de petits cristaux déliquescents, ayant pour composition $C^{20}H^{14},S^2O^6$; son sel de baryte a pour composition $C^{20}H^{13}Ba,S^2O^6$. (MM. GERHARDT et CAHOURS.)

Le chlore naissant attaque le cymène en produisant du *chlorure de cyményle* $C^{20}H^{13}Cl$; celui-ci se décompose au-dessus de 200°, avant de distiller. Il possède une densité de 1,146, et fournit par la distillation avec le carbonate d'ammoniaque une base huileuse qui est de la *cymidine* $C^{20}H^{13}Az$. (M. CHURCH.)

DEUXIÈME GROUPE.

RADICAUX DES ALCOOLS AROMATIQUES.

TYPE : $C^{2n}H^{2n-7}$.

Ce groupe renferme les radicaux des alcools aromatiques; il renferme jusqu'à présent le *phényle*, le *toluényle* et le *cuminyle*.

La formule de ces radicaux, à l'état de liberté, demande à être doublée : elle devient ainsi $C^{2n}H^{2n-14}$.

PHÉNYLE. $(C^{12}H^5)^2$.

En faisant agir le sodium sur la benzine monobromée $C^{12}H^5Br$, celle-ci est vivement attaquée, et l'on obtient le composé $\left\{\begin{matrix}C^{12}H^5\\C^{12}H^5\end{matrix}\right.$, qui peut être considéré comme le radical phényle. On opère la réaction en dissol-

vant la benzine monobromée dans l'éther et en y ajoutant du sodium ; la réaction terminée, on soumet le tout à la distillation. Le phényle passe à la température de 245° environ, et cristallise par le refroidissement en grandes lames incolores, transparentes et d'un grand éclat.

Ce corps est insoluble dans l'eau ; l'alcool et l'éther le dissolvent à chaud. Il fond à 70°,5. (M. Fittig, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXI, p. 361, mars 1862.)

Le phényle se dissout dans l'acide nitrique fumant et se transforme en un corps nitré $C^{12}H^4(AzO^4)$, fusible à 213° et décomposable à une température supérieure.

Le nitrophényle, sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, se transforme en *diamidophényle* $C^{12}H^4(AzH^2)$ identique avec la benzidine, et en *amido-nitrophényle* $\begin{cases} C^{12}H^4(AzH^2) \\ C^{12}H^4(AzO^4). \end{cases}$

Il convient de doubler la formule $C^{12}H^5$ du phényle par les mêmes raisons que celles qui exigent la duplication de tous les radicaux à nombre impair d'atomes d'hydrogène. Le dérivé nitré devient alors de la *dinitrophényle* $\begin{cases} C^{12}H^4(AzO^4) \\ C^{12}H^4(AzO^4) \end{cases}$.

Une réaction qui indique bien qu'il doit en être ainsi, c'est la formation de l'amido-nitrophényle.

(M. Fittig, *Annales de chimie et de physique*, t. LXV, p. 240.)

Une partie des combinaisons phéniques ont été traitées à propos de l'alcool phénique ou hydrate de phényle ; nous en avons étudié une autre partie parmi les dérivés de la benzine ou hydrure de phényle.

TOLUÉNYLE OU BENZYLE. $C^{14}H^7$.

Cet hydrocarbure, qui a aussi été désigné sous le nom de *benzéthyle*, est le radical de l'alcool benzoïque. Ce nom de *benzéthyle* lui a été donné par MM. Cannizzaro et Rossi, pour indiquer son rôle de radical alcoolique ; mais sa terminaison pouvant induire en erreur, nous lui préférons le nom de *toluényle*.

On l'obtient par l'action du sodium en excès sur l'éther benzochlorhydrique. La réaction s'opère à 100° ; le métal prend une teinte bleu violet et le liquide se colore en jaune et s'épaissit. En agitant le mélange avec de l'éther anhydre, toute la matière organique se dissout et le sodium reste comme résidu.

La solution éthérée, abandonnée à l'évaporation, laisse une matière huileuse jaunâtre qui se prend après quelque temps en une masse cristalline composée d'aiguilles ou de lamelles. Il ne reste plus, pour purifier ce corps, qu'à l'exprimer entre plusieurs doubles de papier et à le faire cristalliser dans de l'alcool.

Le toluényle est un corps blanc, bien cristallisé, fondant vers + 52° et bouillant à 284°, sans s'altérer. Sa composition correspond à la formule $C^{14}H^7$, qui doit être doublée et s'écrire $\begin{cases} C^{14}H^7 \\ C^{14}H^7 \end{cases} = C^{28}H^{14}$.

insoluble dans l'eau pure, il se dissout assez bien dans l'alcool froid, mieux dans l'alcool bouillant, et très-bien dans l'éther et dans le sulfure de carbone. Il se dépose de sa solution alcoolique en aiguilles, et de sa solution éthéro-alcoolique sous forme de lames ou de prismes accolés et cannelés. (CANNIZZARO et ROSSI, *Comptes rendus*, t. LIII, p. 541.)

CUMINÉTHYLE OU CUMÉNYLE. $(C^{20}H^{13})^2$.

Le sodium agit énergiquement sur l'éther cuminochlorhydrique, la masse s'échauffe et le métal se couvre d'un composé bleu violacé; la matière organique acquiert une teinte jaunâtre et se prend en masse par le refroidissement. On dissout ces cristaux dans l'éther, on soumet la solution à l'évaporation, et l'on obtient ainsi le cuményle cristallisé, souillé encore par une huile jaune qu'on enlève par expression; on en achève la purification en le faisant recristalliser dans l'alcool.

C'est un corps blanc formant des lames nacrées. Il bout sans décomposition au-dessus de 300°; ses caractères de solubilité sont les mêmes que ceux du toluényle. (MM. CANNIZZARO et ROSSI.)

TROISIÈME GROUPE.

HYDROCARBURES DE LA FORME $C^{2n}H^{2n-8}$.

CINNAMÈNE. $C^{16}H^8$.

Cet hydrocarbure, qui est le seul représentant de ce groupe, est à l'acide cinnamique ce que la benzine est à l'acide benzoïque. Il est quelquefois appelé *styrol*, parce qu'il se produit dans la distillation du styrax; dans ce cas, il paraît n'être qu'un isomère du cinnamène proprement dit.

On le trouve encore dans les produits de la distillation du sang-dragon, du cinnamate de cuivre (M. E. KOPP), ou dans ceux de la distillation sèche de 1 partie d'acide cinnamique avec 4 parties de baryte. L'acide cinnamique, soumis à la température du rouge sombre, donne aussi une grande quantité de cinnamène. (M. HEMPEL.)

Le cinnamène est liquide, incolore et très-fluide; son odeur est aromatique et pénétrante, et sa saveur brûlante et poivrée. Sa densité à 15° est 0,928. Il bout à 146° et ne se solidifie pas à — 20°.

Le chlore agit sur le cinnamène, et il se produit un chlorure $C^{16}H^8Cl^2$, décomposable par la distillation, en donnant un autre corps chloré huileux et en perdant de l'acide chlorhydrique. On peut aussi obtenir un *trichlorure de cinnamène bichloré* $C^{16}H^6Cl^2,Cl^6$. Le *cinnamène chloré* $C^{16}H^7Cl$ se forme par l'action de la potasse alcoolique sur le premier chlorure.

Il existe également un *bromure de cinnamène* $C^{16}H^8Br^2$, qui s'obtient directement sous forme d'aiguilles que l'on purifie par cristallisation dans l'éther. Il fond à 67° et bout au delà de 200°, sans s'altérer beaucoup; ses vapeurs irritent fortement les yeux.

Traité par l'acide azotique fumant, le cinnamène donne un composé cristallin, le *nitrocinnamène* $C^{16}H^8(AzO^4)$.

En enfermant le cinnamène dans une petite ampoule de verre que l'on

chauffe ensuite vers 200°, on le transforme en un hydrocarbure isomérique et solide, qui a reçu le nom de *métacinnamène*. Ce corps a été aussi nommé *métastyrol* ou *draconyle*. Il donne du cinnamène lorsqu'on le soumet à la distillation. (MM. Blytt et Hofmann.)

MM. Glénard et Boudault ont trouvé le métacinnamène dans les produits de la distillation du sang-dragon.

NAPHTALINE. $C^{20}H^{8}$.

Ce carbure d'hydrogène a été découvert, en 1820, par Garden, dans le goudron de houille; sa composition a été déterminée par M. Faraday.

Depuis les beaux travaux de Laurent, la naphtaline est devenue un des corps les mieux étudiés de la chimie organique.

On peut envisager la naphtaline comme un hydrure de naphtyle, $C^{20}H^{7},H$, analogue à la benzine ou hydrure de phényle.

Propriétés. — La naphtaline cristallise en lames rhomboïdales, incolores et transparentes. Lorsqu'elle a été retirée du goudron de gaz, son odeur est forte et désagréable. Elle est insoluble dans l'eau et se dissout facilement dans l'alcool et l'éther, d'où elle peut cristalliser en lamelles rhomboïdales; la dissolution éthérée, évaporée lentement, l'abandonne en cristaux volumineux appartenant au système monoclinique; elle fond à 79° et bout à 217°. Elle est combustible et brûle avec une flamme fuligineuse. Sa densité est 1,048; sa vapeur a pour densité 4,528. Elle est sans action sur les réactifs colorés.

La naphtaline forme avec l'acide picrique une combinaison cristallisée que l'on obtient facilement lorsque l'on dissout ces deux substances dans l'alcool bouillant, et qu'on laisse refroidir. Il se sépare alors des aiguilles d'un jaune d'or, fusibles à 149°, et renfermant équivalents égaux de naphtaline et d'acide picrique. L'ammoniaque leur enlève tout l'acide picrique, et laisse la naphtaline. (M. Fritzsche.)

L'acide sulfurique, l'acide nitrique, le chlore, le brôme, donnent avec elle des composés que nous étudierons plus loin.

Les agents oxydants, tels que le bichromate de potasse, attaquent la naphtaline; Laurent a obtenu ainsi un acide cristallisant en aiguilles blanches, et ayant pour composition $C^{20}H^{6}O^{8}$, et une matière colorante rouge (*carminaphte*) $C^{18}H^{4}O^{8}$. Ces composés n'ont pas pu être reproduits.

Il serait possible que l'alizarine $C^{20}H^{6}O^{6}$, matière colorante de la garance, fût un produit d'oxydation de la naphtaline, c'est-à-dire de l'acide oxynaphtalique; mais jusqu'à présent on n'a pas encore pu reproduire cette matière colorante, en partant de la naphtaline.

Préparation. — La naphtaline se produit dans la distillation d'un grand nombre de corps organiques. On la trouve dans les produits de la distillation du benzoate de chaux, de la houille, etc.; elle se forme quand on fait passer des vapeurs d'alcool ou de camphre à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge. On la prépare ordinairement en distillant le goudron de gaz: les premiers produits de la distillation donnent, par le refroidissement, des cristaux de naphtaline impure.

On la purifie en la distillant dans une capsule que l'on recouvre d'un cône de carton; elle se condense à la manière de l'acide benzoïque, en belles lames micacées qui se déposent contre les parois du cône.

On peut se procurer facilement de la naphtaline dans les usines à gaz, où on la trouve en quantité quelquefois très-considérable dans les tuyaux de condensation. Il suffit de la distiller une ou deux fois, et de la faire ensuite cristalliser dans l'alcool pour l'obtenir parfaitement pure.

Des essais nombreux ont été tentés pour obtenir des matières colorantes dérivées de la naphtaline, mais aucun résultat satisfaisant n'a encore été obtenu. (Voyez, à ce sujet : *Répertoire de chimie appliquée*, t. III, p. 262, 308, 405. En outre : M. Roussin, *Comptes rendus*, t. LII, p. 796. MM. Scheurer-Kestner et Richard, *Comptes rendus*, t. LII, p. 1182. — M. Scheurer-Kestner, *Rep. chim. appliq.*, t. III, p. 262.)

ACTION DU CHLORE ET DU BROME SUR LA NAPHTALINE.

L'action du chlore et du brôme sur la naphtaline donne naissance à trois séries de composés, qui ont été étudiés par Laurent.

1° On peut obtenir d'abord une série de corps dérivant de la naphtaline par substitution, et dans lesquels un ou plusieurs équivalents d'hydrogène sont remplacés par un nombre égal d'équivalents de chlore et de brôme :

Naphtaline	$C^{20}H^{8}$	$C^{20}Cl^{8}$.
	$C^{20}H^{7}Cl$	$C^{20}H^{7}Br$.
	$C^{20}H^{6}Cl^{2}$	$C^{20}H^{6}Br^{2}$.
	$C^{20}H^{5}Cl^{3}$	$C^{20}H^{5}Br^{3}$.
	$C^{20}H^{4}Cl^{4}$	$C^{20}H^{4}Br^{4}$.
	$C^{20}H^{2}Cl^{6}$	$C^{20}H^{5}BrCl^{2}$.

2° Le chlore peut former avec la naphtaline un bichlorure; les équivalents d'hydrogène de ce bichlorure peuvent ensuite être remplacés par des équivalents de chlore ou de brôme :

Bichlorure de naphtaline	$C^{20}H^{8}Cl^{2}$.
	$C^{20}H^{6}Cl^{2},Cl^{2}$.
	$C^{20}H^{6}Br^{2},Cl^{2}$.
	$C^{20}H^{5}Br^{3},Cl^{2}$.

3° Dans la réaction du chlore sur la naphtaline, il peut se former un quadrichlorure de naphtaline dont les équivalents d'hydrogène peuvent être remplacés, comme dans les composés précédents, par du chlore ou du brôme; il existe de même un quadribromure de naphtaline :

Quadrichlorure de naphtaline	$C^{20}H^{8}Cl^{4}$.
	$C^{20}H^{7}Cl,Cl^{4}$.
	$C^{20}H^{6}Cl^{2},Cl$.
	$C^{20}H^{6}Br^{2},Cl^{4}$.
Quadribromure de naphtaline	$C^{20}H^{8}Br^{4}$.
	$C^{20}H^{4}Br^{3}Cl^{2},Br^{4}$.

Un grand nombre de dérivés chlorés de la naphtaline sont isomorphes et présentent entre eux une analogie remarquable. Il en est de même pour plusieurs dérivés bromés de ce carbure d'hydrogène.

Nous indiquerons dans les tableaux suivants leurs noms, leurs formules, leurs propriétés principales et leur mode de production :

I. — *Tableau indiquant les noms, les formules, les caractères principaux*

NOMS DES DÉRIVÉS.			ASPECT.	POINT de fusion.	ÉTAT après la fusion.	ACTION du chlore.
Naphtaline chlorée. $C^{20}H^{7},Cl$.			Liquide huileux et incolore.	. . . .	. . . . .	A chaud, naphtaline trichlorée ou quadrichlorée.
Naphtaline bichlorée. $C^{20}H^{6}Cl^{2}$.	Il en existe sept modifications isomériques.	Modification *a*.	Liquide huileux.	. . . .	. . . . .	Quadrichlorure de naphtalinebichlorée.
		Modification *b*.	Aiguilles incolores et inodores.	Entre 28° et 30°.	. . . . .	Naphtaline trichlorée *i*.
		Modification *c*.	Prismes à 6 pans.	31°. . .	. . . . .	. . . . .
		Modification *d*.	Aiguilles incolores.	50°. . .	Masse fibreuse.	Quadrichlorure de naphtaline bichlorée solide.
		Modification *e*.	Tables rhomboïdales incolores et inodores.	Vers 101°.	Lamelles. . . .	Produit chloré indéterminé.
		Modification *f*.	Liquide huileux.	. . . .	. . . . .	Quadrichlorure de naphtaline bichlorée liquide.
		Modification *g*.	Aiguilles aplaties.	95°. . .	Aigrettes barbues et radiées.	. . . . .
Naphtaline trichlorée $C^{20}H^{5}Cl^{3}$.	Il en existe sept modifications isomériques.	Modification *h*.	Prismes à 6 pans ou aigrettes barbues.	75°. . .	Cristaux rectangulaires.	. . . . .
		Modification *i*.	Prismes rhomboïdaux à 6 pans, mous comme de la cire.	68°. .	Cristaux rectangulaires très-mous.	. . . . .
		Modification *j*.	Longues aiguilles rhomboïdales.	78° à 80°.	Rosaces translucides devenant peu à peu opaques.	. . . . .
		Modification *k*.	Prismes incolores terminés par des aiguilles rhomboïdales.	69° à 70°.	Rosaces translucides qui deviennent opaques lorsqu'on les touche.	. . . . .
		Modification *l*.	Aiguilles brillantes.	Vers 90°.	Masse aciculaire translucide.	. . . . .
		Modification *m*.	Aiguilles incolores d'un aspect soyeux.	160°. .	Rosaces microscopique translucides.	. . . . .
		Modification *n*.	Aiguilles blanches lamelleuses.	93°. . .	Cristaux rectangulaires.	. . . . .

et le mode de production des naphtalines chlorées et bromées.

ACTION du brôme.	SOLUBILITÉ dans l'alcool.	dans l'éther.	dans l'huile de pétrole.	MODE DE PRODUCTION.
Acide brombydrique et quadribromure de naphtaline bromochlorée.	. . . . .	Très-soluble.	. . . . .	Produite en décomposant le bichlorure de naphtaline par une dissolution alcoolique de potasse.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Obtenue en distillant le quadrichlorure de naphtaline α.
Naphtaline bichlorobromée.	Très-soluble..	Très-soluble..	. . . . .	Produite en faisant agir une dissolution alcoolique de potasse sur le quadrichlorure de naphtaline α.
. . . . .	Très-soluble..	Très-soluble..	. . . . .	
Quadribromure de naphtaline bichlorée.	Assez soluble..	Très-soluble..	. . . . .	
Naphtaline bibromobichlorée g.	Très-soluble..	Très-soluble..	. . . . .	Obtenue en distillant le quadrichlorure de naphtaline α.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	
. . . . .	Peu soluble..	Peu soluble..	. . . . .	Obtenue en faisant passer du chlore sur un excès de naphtaline biazotique chauffée à 185°.
. . . . .	Peu soluble...	Très-soluble..	. . . . .	Produite en décomposant par la potasse dissoute dans l'alcool le quadrichlorure de naphtaline chlorée huileux δ.
. . . . .	Assez soluble..	Très-soluble..	. . . . .	Produite en faisant agir le chlore sur la naphtaline bichlorée *b* fondue.
. . . . .	Soluble.	Soluble	. . . . .	Produite en décomposant par la potasse en dissolution alcoolique le quadrichlorure de naphtaline chlorée cristallisée γ.
. . . . .	Soluble.. . . .	Très-soluble..	. . . . .	Obtenue en décomposant par la potasse dissoute dans l'alcool le quadrichlorure de naphtaline chlorée cristallisé γ.
. . . . .	Assez soluble..	Très-soluble..	. . . . .	Produite en distillant le quadrichlorure de naphtaline chlorée cristallisé γ.
. . . . .	Très-peu soluble.	Peu soluble...	. . . . .	. . . . .
Matière cristalline presque insoluble dans l'éther.	Assez soluble..	Très-soluble..	. . . . .	Préparée en traitant par l'acide sulfurique fumant l'huile brute qui accompagne le quadrichlorure de naphtaline chlorée γ.

NOMS DES DÉRIVÉS.		ASPECT.	POINT de fusion.	ÉTAT après la fusion.	ACTION du chlore.
Naphtaline quadrichlorée, $C^{20}H^4,Cl^4$.	Il en existe quatre modifications isomériques. — Modification *o*.	Prismes à 6 pans, légèrement jaunâtres.	106°.	Rosaces microscopiques.	Naphtaline sexchlorée.
	Modification *p*.	Prismes brillants.	125°.	Aiguilles.	. . . . .
	Modification *q*.	Aiguilles blanches et flexibles, d'un éclat soyeux.	170°.	Aiguilles.	. . . . .
	Modification *r*.	Aiguilles fines et courtes, groupées en mamelons.	125°.	Rosaces radiées.	. . . . .
Naphtaline sexchlorée. $C^{20}H^2Cl^6$.		Prismes à 6 pans, mous comme de la cire.	. . . .	Rosaces microscopiques.	. . . . .
Naphtaline perchlorée. $C^{20}Cl^8$		Aiguilles cassantes d'un jaune pâle.	. . . .	. . . . .	. . . . .
Naphtaline bromée. $C^{20}H^7Br$.		Huile incolore . .	. . . .	. . . . .	Chlorure de naphtaline bromée et huile chlorée et bromée.
Naphtaline bibromée. $C^{20}H^6Br^2$		Longues aiguilles.	59° . .	Masse fibreuse.	. . . . .
Naphtaline tribromée. $C^{20}H^5Br^3$.		Aiguilles plates et déliées.	60° . .	. . . . .	. . . . .
Naphtaline quadribromée $C^{20}H^4Br^4$.	Il en existe deux modifications isomériques. — Modification *s*.	Aiguilles blanches élastiques.	. . . .	. . . . .	. . . . .
	Modification *t*.	Prismes obliques à base oblique.	. . . .	. . . . .	. . . . .
Naphtaline bromobichlorée. $C^{20}H^5BrCl^2$. .		Fines aiguilles incolores.	80° . .	Cristaux rectangulaires.	. . . . .
Naphtaline bromotrichlorée. $C^{20}H^4BrCl^3$.	Il en existe trois modifications isomériques. — Modification *u*.	Prismes incolores mous comme de la cire.	. . . .	Rosaces microscopiques.	. . . . .
	Modification *v*.	Prismes à 6 pans, mous comme de la cire.	. . . .	Rosaces microscopiques.	. . . . .
	Modification *x*.	Prismes obliques à base oblique.	. . . .	. . . . .	. . . . .
Naphtaline bibromobichlorée. $C^{20}H^4Br^2Cl^2$.	Il en existe deux modifications isomériques. — Modification *y*.	Prismes brillants et transparents.	170°. .	Aiguilles lamellaires.	. . . . .
	Modification *z*.	Prismes incolores.	166°. .	Masse fibreuse.	. . . . .
Naphtaline bibromotrichlorée. $C^{20}H^3Br^2Cl^3$.	Il en existe deux modifications isomériques. — Modification *ab*.	Prismes très-nets et très-brillants.	. . . .	Prismes longs et incolores.	. . . . .
	Modification *cd*.	Poudre blanche. .	. . . .	Cristaux rectangulaires.	. . . . .

ACTION du brôme.	SOLUBILITÉ dans l'alcool.	SOLUBILITÉ dans l'éther.	SOLUBILITÉ dans l'huile de pétrole.	MODE DE PRODUCTION.
. . . . .	Très-peu soluble, même à chaud.	Assez soluble dans l'éther alcoolisé.	. . . . .	Obtenue en traitant par le chlore la naphtaline trichlorée fondue *h*.
. . . . .	. . . . .	Très-peu soluble.	. . . . .	Produite en distillant le quadrichlorure de naphtaline bichlorée η.
. . . . .	. . . . .	Peu soluble. . .	A peine soluble à froid. très-soluble à chaud.	Obtenue en faisant agir la potasse dissoute dans l'alcool sur le quadrichlorure de naphtaline bichlorée liquide ε.
. . . . .	Peu soluble, même à chaud.	Peu soluble . .	Peu soluble à froid, très-soluble à chaud.	Produite en décomposant à chaud par une dissolution alcoolique de potasse le quadrichlorure de naphtaline bichlorée ε.
. . . . .	Assez soluble.	Assez soluble.	Très-soluble...	Obtenue en faisant agir le chlore sur la naphtaline trichlorée fondue *h*.
. . . . .	. . . . .	Peu soluble, même à chaud.	Soluble à chaud.	Produite par l'action du chlore sur la naphtaline trichlorée fondue *h*.
Naphtaline bibromée et autres produits bromés.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Préparée en faisant agir le brôme sur la naphtaline.
. . . . .	Très-soluble.	Très-soluble.	. . . . .	Produite en traitant la naphtaline par un excès de brôme.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Obtenue en chauffant la naphtaline bibromée avec un excès de brôme.
. . . . .	Peu soluble . .	Peu soluble . .	. . . . .	Produite en distillant le quadribromure de naphtaline bibromée.
. . . . .	Peu soluble . .	Peu soluble . .	. . . . .	
. . . . .	Assez soluble.	Très-soluble.	. . . . .	Préparée en laissant plusieurs jours en contact la naphtaline bichlorée *b* avec du brôme en excès.
. . . . .	. . . . .	Assez soluble.	. . . . .	Produite en exposant plusieurs jours à l'influence de la radiation solaire un mélange de brôme et de naphtaline trichlorée *h*.
. . . . .	Très-peu soluble.	Assez soluble.	. . . . .	Obtenue en faisant passer du chlore sur la naphtaline bibromée fondue.
. . . . .	Très-peu soluble.	Très-peu soluble.	. . . . .	Obtenue en distillant le quadribromure de naphtaline bibromée ε.
. . . . .	A peine soluble.	Fort peu soluble.	. . . . .	Produite en versant du brôme sur la naphtaline bichlorée *e*.
. . . . .	A peine soluble, même dans l'alcool bouillant.	Presque insoluble.	. . . . .	Résultant de l'action du chlore sur la naphtaline bibromée.
. . . . .	. . . . .	Soluble dans l'éther bouillant.	Soluble à chaud dans l'huile de pétrole.	Produite en décomposant à chaud par une dissolution alcoolique de potasse le quadrichlorure de naphtaline bibromochlorée.
. . . . .	. . . . .	Presque insoluble.	. . . . .	Obtenue en exposant au soleil un mélange formé de brôme et de bichlorure de naphtaline.

II. — *Tableau indiquant les noms, les formules, les caractères principaux*

NOMS DES DÉRIVÉS.			ASPECT.	POINT de fusion.	ÉTAT après la fusion.	PRODUITS de la décomposition par la distillation.	PRODUITS de la décomposition par la potasse.
Bichlorure de naphtaline. $C^{20}H^{8},Cl^{2}$.			Huile incolore.	. . . . .	. . . . .	Acide chlorhydrique ; naphtaline chlorée.	Chlorure de potassium ; naphtaline chlorée.
Bichlorure de naphtaline bromée. $C^{20}H^{7}Br,Cl^{2}$.			Tables rhomboïdales incolores.	165°. . .	Tables rhomboïdales très-nettes.	Brôme et un hydracide.	. . . . .
Bibromure de naphtaline bibromée. $C^{20}H^{6}Br^{2},Br^{2}$.			Poudre cristallisée.	. . . . .	. . . . .	Brôme ; acide bromhydrique; substance cristallisée peu soluble dans l'éther.	. . . . .
Quadrichlorure de naphtaline. $C^{20}H^{8},Cl^{4}$.	Il en existe deux modifications isomériques.	Modification α.	Rhomboèdres incolores et transparents.	155°. . .	Tables rhomboïdales ou aiguilles radiées.	Acide chlorhydrique ; naphtaline bichlorée, *a*, *d*, *e*, *f*.	Chlorure de potassium ; naphtaline bichlorée, *b*, *c*.
			Lamelles incolores et inodores.	. . . . .	Boules de plus d'un pouce de diamètre.	Acide chlorhydrique ; naphtaline bichlorée, *d*.	Chlorure de potassium ; naphtaline bichlorée, *e*.
Trichlorobromure de naphtaline. $C^{20}H^{8}Cl^{3}Br$.			Prismes incolores.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Quadrichlorure de naphtaline chlorée. $C^{20}H^{7}Cl,Cl^{4}$.	On en connaît deux modifications isomériques.	Modification γ.	Prismes incolores, inodores et transrents.	105°. . .	Mamelons ou tables obliques à base rhomboïdale.	Acide chlorhydrique ; naphtaline trichlorée, *h*, *l*.	Chlorure de potassium ; naphtaline trichlorée, *h*, *j*, *k*.
		Modification δ.	Huile à peu près incolore.	. . . . .	. . . . .	Naphtaline trichlorée *h*, et matière huileuse.	Mêmes produits que par la distillation.
Quadrichlorure de naphtaline bichlorée. $C^{20}H^{6}Cl,^{2}Cl^{4}$.	Il en existe deux modifications isomériques.	Modification ε.	Cristaux incolores, inodores et brillants.	141°. . .	Aiguilles, ou prismes.	Acide chlorhydrique ; naphtaline quadrichlorée, *o*, *p*.	Chlorure de potassium ; naphtaline quadrichlorée, *r*.
		Modification ζ.	Huile	. . . . .	. . . . .	Naphtal. quadrichlorée, *o*.	Même produit que par la distillation.
		Modification η	Huile	. . . . .	. . . . .	Naphtal. quadrichlorée, *q*.	Même produit que par la distillation.
Quadrichlorure de naphtaline bibromée. $C^{20}H^{6}Br^{2},Cl^{4}$.			Prismes incolores.	155°. . .	Prismes . . .	Napht. bromotrichlorée *v* et naphtal. quadrichlorée *o*.	Substance cristalline très-soluble dans l'éther.
Quadribromure de naphtaline bichlorée. $C^{20}H^{6}Cl^{2},Br^{4}$.			Prismes incolores.	Au-dessus de 100° en se décomposant.	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Quadribromure de naphtaline bromochlorée. $C^{20}H^{6}BrCl,Br^{4}$.			Prismes incolores, d'un éclat très-vif.	110°, en se décomposant.	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Quadribromure de naphtaline bibromée. $C^{20}H^{6}Br^{2},Br^{4}$.			Tables rhomboïdales.	. . . . .	. . . . .	Brôme, acide bromhydrique et naphtaline quadribromée.	. . . . .
Quadribromure de naphtaline bibromochlorée. $C^{20}H^{5}Br^{2}Cl,Cl^{4}$.			Prismes incolores.	150°. . .	Tables rhomboïdales ou masse gommeuse transparente.	Brôme, acide bromhydriq. et trois substances indéterminées.	Naphtaline bibromotrichlorée, *a*, *b*.
Quadribromure de naphtaline tribromée. $C^{20}H^{3}Br^{5},Br^{4}$.			Prismes . . .	. . . . .	. . . . .	Brôme et autres produits indéterminés.	. . . . .

et le mode de production des chlorures et bromures de naphtaline.

SOLUBILITÉ dans l'alcool.	SOLUBILITÉ dans l'éther.	SOLUBILITÉ dans l'huile de pétrole.	ACTION du chlore.	ACTION du brôme.	MODE DE PRODUCTION.
Très-soluble. .	Soluble en toutes proportions.	. . . . .	Naphtaline trichlorée, *h*.	. . . . .	Obtenu en faisant réagir le chlore sur la naphtaline.
. . . . .	Peu soluble . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Produit par l'action du chlore sur la naphtaline bromée.
. . . . .	Peu soluble. .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Produit en même temps que le quadribromure de naphtaline bibromée.
A peine soluble.	Assez soluble à chaud.	Très-soluble à chaud.	Divers produits chlorés.	Naphtaline bibromo-trichlorée.	Résultant de l'action du chlore sur la naphtaline.
Très-soluble.	Très-soluble.	Très-soluble.	. . . . .	Trichlorobromure de naphtaline.	
. . . . .	Très-soluble à chaud.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Résultant de l'action du brôme sur le quadrichlorure de naphtaline β.
Peu soluble . .	Assez soluble.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Résultant de l'action du chlore sur le bichlorure de naphtaline *a*.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Obtenu en traitant par le chlore la naphtaline bichlorée fondue *d*.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Produit par l'action du chlore sur la naphtaline bichlorée *a*.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Résultant de l'action du chlore sur la naphtaline bichlorée *f*.
Peu soluble . .	Peu soluble . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Obtenu en faisant passer du chlore sur la naphtaline bibromée fondue.
. . . . .	Très-peu soluble, même à chaud.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Préparé en traitant par le brôme la naphtaline bichlorée *d*.
. . . . .	Très-peu soluble, même à chaud.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Produit en faisant agir un excès de brôme sur la naphtaline chlorée.
. . . . .	Très-peu soluble, même à chaud.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	En versant du brôme sur la naphtaline ou sur la naphtaline bibromée.
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Obtenu en traitant par le chlore le quadrichlorure de naphtaline bibromée.
. . . . .	Très-peu soluble.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Produit en chauffant du brôme avec la naphtaline bibromée.

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR LA NAPHTALINE.

L'acide azotique enlève successivement à la naphtaline 3 équivalents d'hydrogène qui sont remplacés par des équivalents d'acide hypoazotique, et produit ainsi les composés suivants :

Nitronaphtaline.... $C^{20}H^{7}(AzO^{4})$.
Binitronaphtaline... $C^{20}H^{6}(AzO^{4})^{2}$.
Trinitronaphtaline.. $C^{20}H^{5}(AzO^{4})^{3}$.

La NITRONAPHTALINE est d'un jaune de soufre, insoluble dans l'eau, très-soluble à chaud dans l'alcool et dans l'éther. Elle est cristallisable en prismes à six pans, fusibles à 43° et volatils sans décomposition. Distillée sur de la baryte, elle se décompose, dégage de l'ammoniaque, de la naphtaline, et produit un corps solide et cristallin $C^{20}H^{7}O$, nommé *naphtase* (M. LAURENT.)

M. Zinin a reconnu que la nitronaphtaline, dissoute dans l'alcool ammoniacal et soumise à l'action de l'acide sulfhydrique, produit une substance basique à laquelle il a donné le nom de *naphtalidame ;* elle est plus souvent désignée sous le nom de *naphtylamine.*

Cette réaction curieuse, dont M. Zinin a généralisé l'emploi pour la préparation des alcalis organiques artificiels s'explique par l'équation suivante :

$$C^{20}H^{7}(AzO^{4}) + 6HS = C^{20}H^{9}Az + 4HO + 6S.$$

La nitronaphtaline, traitée par le sulfite d'ammoniaque, donne naissance à deux acides conjugués isomériques: 1° l'*acide thionaphtamique* $C^{20}H^{9}Az,S^{2}O^{6}$, qui forme avec les bases des sels rougeâtres ou violacés, cristallisables et solubles dans l'eau ; 2° l'*acide sulfonaphtalidamique* ou *naphthionique,* qui offre l'aspect d'aiguilles incolores, d'un éclat soyeux, solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Les *sulfonaphtalidamates* cristallisent facilement ; leurs dissolutions, vues de différentes positions, présentent des nuances rouges, azurées ou violacées du plus bel effet.

(M. PIRIA, *Ann. chim. et phys.*, t. XXXI, p. 217.)

Le chlore transforme la nitronaphtaline en naphtaline trichlorée *h* ou en naphtaline quadrichlorée *o*.

L'acide nitrique bouillant la convertit en *binitronaphtaline.*

L'acide sulfurique fumant la convertit en un *acide sulfonaphtalidique nitré* $C^{20}H^{7}(AzO^{4}),S^{2}O^{6}$.

La nitronaphtaline, chauffée à 140° avec 1 partie de potasse et 2 parties de chaux et soumise à un courant lent d'oxygène, absorbe ce gaz en jaunissant. La matière, retirée du feu après douze heures, cède à l'eau un sel de potasse jaune, d'où les acides précipitent un corps jaune très-beau, en bouillie épaisse ; ce corps constitue un acide que M. Dusart a nommé *acide nitroxynaphtalique.*

Cet acide a une saveur d'abord fraîche, puis amère. Il fond à 100° et n'est pas volatil. Il est soluble dans l'eau, l'alcool, l'esprit de bois et l'acide acétique ; ce dernier l'abandonne par refroidissement en belles

aiguilles jaune d'or. Ses sels sont très-solubles et très-colorés ; il est monobasique.

Sa composition est $C^{20}H^{7}(AzO^{4})O,HO$. Il ne diffère donc de la nitronaphtaline que par 1 équivalent d'oxygène et 1 équivalent d'eau en plus.

Les agents réducteurs transforment cet acide en une nouvelle base, l'*oxynaphtylamine* $C^{20}H^{10}AzO^{2}$. (M. Dusart, *Comptes rendus*, t. LII, p. 1183.)

Pour obtenir la nitronaphtaline, on mélange à froid 1 partie de naphtaline avec 5 parties d'acide azotique d'une densité de 1,3, et après avoir bien agité pour faciliter l'action de l'acide, on abandonne la masse à elle-même. La nitronaphtaline se dépose au bout de quelques jours ; on la purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

La binitronaphtaline cristallise en prismes rhomboïdaux, fusibles à 185°, très-peu solubles dans l'alcool et plus solubles dans l'éther.

Les sulfhydrates alcalins transforment la binitronaphtaline en une matière colorante violette, soluble dans les alcalis et précipitable par les acides ; ce violet peut se dédoubler en rouge et en bleu.

L'acide nitrique transforme la naphtaline bibromée en *binitronaphtaline bromée.*

Ce corps, traité par une dissolution alcoolique de potasse, se change en un acide noir particulier, l'*acide nitronaphtalésique.*

Le sulfhydrate d'ammoniaque convertit la binitronaphtaline en une base nouvelle, l'*azonaphtylamine* ou *seminaphtalidame* $C^{20}H^{10}Az^{2}$.

On prépare la binitronaphtaline en faisant dissoudre jusqu'à refus de la naphtaline dans l'acide azotique bouillant. La liqueur dépose par le refroidissement de beaux cristaux de naphtaline binitrée, qu'on purifie en les lavant d'abord avec de l'acide azotique, puis avec de l'eau et de l'alcool.

La trinitronaphtaline se présente sous trois modifications isomériques.

Modification a. — Cette modification de la naphtaline trinitrée cristallise en tables rhomboïdales obliques, fusibles à 210°, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther. On l'obtient en faisant réagir pendant quarante-huit heures l'acide azotique bouillant sur la naphtaline.

Elle est soluble dans la potasse, en dégageant de l'ammoniaque ; les acides précipitent de cette solution, qui est rouge, des flocons brun noir.

Modification b. — La modification *a* est ordinairement accompagnée de petits prismes de naphtaline triazotique *b*, qui sont peu solubles dans l'éther et l'alcool bouillants.

Modification c. — Enfin il existe une naphtaline trinitrée *c* pulvérulente, jaunâtre, fusible au-dessus de 100°, faiblement volatile, et qui donne un acide amorphe de couleur brune, sous l'influence des alcalis.

(M. Marignac.)

La trinitronaphtaline, traitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, produit une base organique nouvelle. (M. Laurent.)

Lorsqu'on fait agir l'acide azotique sur des composés chlorés de la

naphtaline, on obtient des corps chlorés dans lesquels un ou plusieurs équivalents d'hydrogène sont remplacés par de l'acide hypoazotique. Exemple :

Trichloronaphtaline binitrée..... $C^{20}H^3Cl^3(AzO^4)^2$.

Il peut arriver aussi, dans ces réactions, que de l'oxygène se substitue à de l'hydrogène, et qu'il s'en ajoute en même temps à la molécule. Exemples :

Oxyde de chloroxénaphtose..... $C^{20}H^4Cl^2O^2,O^2$.
Oxyde de chloroxénaphtalise..... $C^{20}Cl^6O^2,O^2$.
$C^{20}H^5ClO^2,O^4$.
$C^{20}HCl^5O^2,O^4$.

NAPHTYLAMINE. $C^{20}H^9Az$.

La naphtylamine, désignée aussi quelquefois sous le nom de *naphtalidame*, cristallise en aiguilles blanches et fines; elle fond à 30° et bout à 300°. Elle est presque insoluble dans l'eau, mais elle se dissout très-facilement dans l'alcool et dans l'éther. La naphtylamine est une ammoniaque composée qui forme avec les acides des sels parfaitement définis. Ils ont été examinés par M. Zinin.

Les sels de naphtylamine, mélangés avec du perchlorure de fer, de l'azotate d'argent, du chlorure d'or, et en général, avec les agents d'oxydation, donnent un précipité bleu qui passe lentement au pourpre (*naphtaméine*) (M. Piria.)

Le chlorhydrate de naphtylamine, traité par l'acide azoteux, produit une masse brune en dégageant de l'azote; cette masse abandonne à l'alcool un corps rouge, la *nitrazonaphtyline* $C^{20}H^8Az^2O^2$, que les acides font virer au violet. (MM. Church et Perkin.)

Après le traitement à l'alcool et à l'éther, il reste une masse brune volumineuse, soluble dans les acides, insoluble dans les alcalis et ne renfermant plus d'azote. Cette substance a été nommée *naphtulmine*; elle représente l'*hydrure d'oxynaphtyle*, et a pour composition $C^{20}H^6O^4$. L'acide sulfurique la dissout avec une belle coloration bleue, et l'eau la précipite inaltérée de cette solution.

(MM. Schutzenberger et Willm, *Comptes rendus*, t. XLVI.)

L'iodure d'éthyle transforme la naphtylamine en iodhydrate d'éthylnaphtylamine $C^{20}H^8(C^4H^5)Az,IH$. (M. Limpricht.)

Si l'on soumet à la distillation sèche l'oxalate neutre de naphtylamine, on obtient la *dinaphtylcarbamide*, qui est insoluble dans l'eau et très-peu soluble dans l'alcool. (M. Delbos.)

Dans les mêmes circonstances, le bioxalate de naphtylamine donne de la *dinaphtyloxamide*. (M. Zinin.)

Le sulfure de carbone, en agissant sur la naphtylamine, produit la *dinaphtylsulfocarbamide*, qui est insoluble dans l'alcool et dans l'eau.

Sous l'influence du chlorure de cyanogène, la naphtylamine donne naissance à des bases organiques nouvelles. (MM. Cahours et Cloez.)

On prépare la naphtylamine en saturant successivement par l'acide sulfhydrique et par l'ammoniaque une dissolution de nitronaphtaline dans l'alcool. La liqueur, qui a pris une teinte d'un vert sale, dépose, au bout de douze heures, des cristaux de soufre, perd l'odeur de l'hydrogène sulfuré, et dégage des vapeurs ammoniacales. On la concentre alors par distillation, jusqu'à ce que le résidu se sépare en deux couches distinctes. On neutralise par l'acide sulfurique, il se précipite du sulfate de naphtylamine; on purifie ce sel par la cristallisation, puis on le décompose par l'ammoniaque qui met la naphtylamine en liberté. On la purifie par la distillation. (M. Zinin.)

Cette méthode est longue et pénible; on prépare plus facilement la naphtylamine en se servant de la méthode générale, indiquée par M. Béchamp pour la réduction des corps nitrés, et qui consiste à mélanger la nitronaphtaline avec de la tournure de fer et à arroser le tout avec de l'acide acétique. La réaction s'établit sans le concours de la chaleur; on la termine en soumettant le tout à la distillation, recevant la base dans de l'acide chlorhydrique et décomposant le chlorhydrate de naphtylamine par la potasse.

Lorsqu'on prépare la naphtylamine par ce dernier moyen, on obtient, en outre, une nouvelle base, la *phtalamine*, dont le sulfate est plus soluble que celui de la naphtylamine. On isole la phtalamine, dont la composition est $C^{16}H^{7}AzO^{4}$, en précipitant le sulfate par l'ammoniaque; elle se sépare alors sous forme de gouttes oléagineuses, plus denses que l'eau. Ses sels ne rougissent pas à l'air. Sous l'influence de l'iodure d'éthyle, elle fournit une base éthylée, altérable à l'air, d'une saveur brûlante, et volatile à 300°.

(MM. Schutzenberger et Willm, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 82.)

Le chlorure de cyanogène transforme la naphtylamine en *ménaphtylamine*:

$$2(C^{20}H^{9}Az) + C^{2}AzCl = C^{42}H^{17}Az^{3} + HCl.$$

Cette base se colore à l'air, fond à 200° et se décompose à 260° en naphtylamine et en une masse brune. (M. Perkin.)

AZONAPHTYLAMINE OU SEMINAPHTALIDAME. $C^{20}H^{10}Az^{2}$.

Cet alcali forme des aiguilles brillantes, fusibles à 160°, légèrement volatiles, peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool. Il produit avec les acides plusieurs sels cristallisables.

Pour obtenir la seminaphtalidame, on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une dissolution de binitronaphtaline dans l'alcool ammoniacal, et, après avoir maintenu la liqueur en ébullition jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de soufre, on l'étend d'eau, puis on la fait bouillir et on la filtre rapidement. Il se dépose alors des aiguilles rouges de seminaphtalidame, qu'on purifie par des cristallisations réitérées dans l'alcool.

Laurent avait obtenu, par réduction, un dérivé intermédiaire entre la binitronaphtaline et l'azonaphtylamine, la *nitronaphtylamine :*

$$C^{20}H^{8}(AzO^{4})Az,$$

analogue à la nitraniline.

ACIDE CHLOROXYNAPHTALIQUE. $C^{20}H^{5}ClO^{6}$.

Ce corps est jaune, inodore, insoluble dans l'eau et difficilement soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il fond vers 200° et peut distiller sans altération. L'acide sulfurique concentré le dissout et l'eau l'en reprécipite. Les alcalis le font virer au rouge.

Les *chloroxynaphtalates* sont des sels d'une grande beauté; ils sont colorés en jaune, en orangé ou en cramoisi. Ils sont peu solubles dans l'eau.

On prépare l'acide chloroxynaphtalique en faisant bouillir le quadrichlorure de naphtaline $C^{20}H^{8}Cl^{4}$ avec de l'acide nitrique.

Si l'on pouvait remplacer le chlore de cet acide par un atome d'hydrogène, on aurait de l'acide oxynaphtalique $C^{20}H^{6}O^{6}$ qui n'est pas connu, mais qui serait identique ou isomérique avec l'alizarine, principale matière colorante de la garance. A ce point de vue, l'acide chloroxynaphtalique est important.

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LA NAPHTALINE.

L'action de l'acide sulfurique sur la naphtaline a été examinée par MM. Faraday, Berzelius, Regnault et Laurent.

Lorsqu'on fait dissoudre de la naphtaline dans l'acide sulfurique concentré et qu'on abandonne ensuite la liqueur à elle-même, il se dépose au bout de quelques jours un mélange de deux acides particuliers, qui ont reçu les noms d'*acide sulfonaphtalique* et d'*acide sulfonaphtique*.

Pour séparer ces deux acides, il faut les dissoudre dans l'eau, neutraliser la liqueur par la baryte, et après l'avoir concentrée par évaporation, l'additionner du double de son volume d'alcool. Le sulfonaphtalate de baryte se précipite à l'état pulvérulent, tandis que le sulfonaphtate reste en dissolution. En décomposant alors le sulfonaphtalate de baryte par l'acide sulfurique, on met l'acide sulfonaphtalique en liberté.

L'acide sulfonaphtalique $C^{20}H^{7}S^{2}O^{5},HO$ est cristallisable, très-soluble dans l'eau, l'alcool, les essences, les huiles grasses, et peu soluble dans l'éther. Il fond à 85° et commence à s'altérer vers 120°.

Les *sulfonaphtalates* sont généralement solubles dans l'eau et l'alcool; leur saveur est amère et métallique; ils se décomposent par l'action de la chaleur en donnant un sublimé de naphtaline.

Plusieurs d'entre eux ont été analysés. Voici leurs formules :

Sulfonaphtalate de potasse ..	$KO,C^{20}H^{7}S^{2}O^{5},HO$.
Sulfonaphtalate de baryte ...	$BaO,C^{20}H^{7}S^{2}O^{5},2HO$.
Sulfonaphthlates de plomb...	$PbO,C^{20}H^{7}S^{2}O^{5}$.
	$(PbO)^{2},C^{20}H^{7}S^{2}O^{5}$.
	$(PbO)^{4},C^{20}H^{7}S^{2}O^{5}$.
Sulfonaphtalate d'argent.....	$AgO,C^{20}H^{7}S^{2}O^{5}$.

Le sulfonaphtalate de soude, traité par le perchlorure de phosphore, donne du *chlorure naphtylsulfureux* $C^{20}H^7S^2O^4,Cl$, qui est blanc, fusible à 65°, soluble dans l'éther et dans la benzine ; il commence déjà à s'altérer à 120°. L'eau le décompose. L'alcool le décompose aussi, en donnant de l'*éther naphtylsulfureux* $C^{20}H^7S^2O^5,C^4H^5O$. Enfin, l'ammoniaque le transforme en une amide, la naphtylthionamide $C^{20}H^9AzS^2O^4$.

L'*acide sulfonaphtique* ou *disulfonaphtalique* $C^{20}H^6S^4O^{10},2HO$ s'obtient en décomposant par l'acide sulfurique le sel de baryte resté dans les eaux mères qui ont fourni le sulfonaphtalate de baryte.

Cet acide est incristallisable, d'une saveur acide et amère; il est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il forme avec les bases des sels qui se distinguent des sulfonaphtalates correspondants par leur moindre solubilité dans l'alcool.

Les sulfonaphtates de baryte et de plomb ont pour formules :

$$(BaO)^2,C^{20}H^6S^4O^{10}.$$
$$(PbO)^2,C^{20}H^6S^4O^{10},4HO.$$

Les acides sulfonaphtalique et disulfonaphtalique, soumis à la distillation sèche, donnent naissance à de l'acide phtalique anhydre.

Quand on fait passer des vapeurs d'acide sulfurique anhydre sur un excès de naphtaline en fusion, il se produit deux corps cristallisables : la *sulfonaphtaline* $C^{20}H^8SO^2$, et la *sulfonaphtalide* $C^{24}H^{10}SO^2$, que l'on peut séparer à l'aide de l'alcool, qui dissout surtout la sulfonaphtaline.

La sulfonaphtaline est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool bouillant, qui la dépose en se refroidissant, tantôt à l'état de gouttelettes incolores, tantôt à l'état pulvérulent.

Si l'acide sulfurique anhydre en excès réagit sur la naphtaline, il se forme, au lieu d'un mélange de sulfonaphtaline et de sulfonaphtalide, un acide brun qui a été nommé *acide sulfoglutinique*. (BERZELIUS.)

En réagissant sur la nitronaphtaline, l'acide sulfurique fumant donne naissance à un acide sulfonitronaphtalique qui a pour formule :

$$C^{20}H^7(AzO^4)S^2O^6. \text{ (LAURENT.)}$$

La naphtaline bichlorée et la naphtaline quadrichlorée s'unissent à l'acide sulfurique pour former des acides qui ont pour formules :

$$C^{20}H^5Cl^3,S^2O^6.$$
$$C^{20}H^4Cl^4,S^2O^6. \text{ (LAURENT.)}$$

ACIDE PHTALIQUE. $C^{16}H^4O^6,2HO$.

Cet acide a été principalement examiné par Laurent et par M. de Marignac.

L'acide phtalique est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il cristallise en lamelles d'un blanc jaunâtre. Lorsqu'on le chauffe, il distille en perdant 2 équivalents d'eau, et l'on obtient ainsi l'*acide phtalique anhydre* $C^{16}H^4O^6$, qui cristallise en belles aiguilles

rhomboïdales. L'acide phtalique anhydre et l'ammoniaque produisent du *phtalamate d'ammoniaque :*

La chaux dédouble, à une haute température, l'acide phtalique en benzine et en acide carbonique :

$$\underbrace{C^{16}H^{6}O^{8}}_{\text{Acide phtalique.}} + 4CaO = \underbrace{C^{12}H^{6}}_{\text{Benzine.}} + 4CO^{2},CaO.$$

L'acide phtalique est bibasique, la plupart de ses sels sont cristallisables.

Le phtalate d'ammoniaque, soumis à la distillation, donne un corps cristallisé en longues aiguilles: que l'on a nommé *phtalimide* $C^{16}H^{5}O^{4}Az$.

L'éther phtalique $(C^{4}H^{5}O)^{2},C^{16}H^{4}O^{6}$ est huileux. On l'obtient en distillant un mélange d'alcool, d'acide phtalique et d'acide chlorhydrique.

L'aniline, en réagissant sur l'acide phtalique en fusion, donne la *phtalanile.* La phtalanile est insoluble dans l'eau et fond à 200°. Bouillie avec de l'ammoniaque, elle se convertit en *acide phtalanilique.* L'acide phtalanilique est très-peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool et l'éther : il fond à 193°.

Dans l'action de l'acide azotique sur la naphtaline, il se produit un *acide nitrophtalique* $C^{16}H^{3}(AzO^{4})O^{6},2HO$. (M. DE MARIGNAC.)

La naphtaline sexchlorée $C^{20}H^{2}Cl^{6}$, traitée par l'acide azotique bouillant, donne l'*acide phtalique trichloré* $C^{16}H^{3}Cl^{3}O^{8}$. (LAURENT.)

On prépare l'acide phtalique en traitant, à l'ébullition, le quadrichlorure de naphtaline $C^{20}H^{8},Cl^{4}$ par l'acide azotique. La liqueur, soumise à l'évaporation, dépose l'acide phtalique qu'on purifie par cristallisation.

L'acide phtalique se produit aussi par la distillation sèche de l'acide disulfonaphtalique. (M. GRIMAUX, *Bull. Soc. chim.*, t. VI, p. 17.)

PARANAPHTALINE. $C^{30}H^{12}$.

Cette substance accompagne la naphtaline dans le goudron. Elle est à peine soluble dans l'alcool bouillant; elle fond à 180° et bout à 300°. Elle présente, d'après Laurent, la même composition que la naphtaline ; seulement 3 volumes de vapeur de naphtaline équivalent à 2 volumes de vapeur de paranaphtaline. Sa densité de vapeur est 6,721.

La paranaphtaline, soumise à l'influence de l'acide azotique, donne les corps suivants :

$C^{30}H^{11}(AzO^{4})$.
$C^{30}H^{10}(AzO^{4})^{2}$.
$C^{30}H^{9}(AzO^{4})^{3}$.
$C^{30}H^{7}O^{3}$.

(LAURENT.)

Le chlore attaque la paranaphtaline en produisant de l'acide chlorhydrique et un corps cristallisable dans l'éther, la paranaphtaline bichlorée $C^{30}H^{10}Cl^{2}$.

La paranaphtaline est peut-être identique avec l'hydrocarbure suivant.

ANTHRACÈNE, $C^{28}H^{10}$.

D'après les dernières recherches de M. Anderson, l'anthracène, qui accompagne généralement la naphtaline dans le goudron de houille, a la consistance de l'huile de palme. Il peut être obtenu cristallisé en le dissolvant dans l'esprit de bois. Il est blanc, sans odeur et sans saveur. Il fond à 213°, et se prend par le refroidissement en une masse cristalline feuilletée. A une température supérieure, il distille sans s'altérer. Ses caractères de solubilité sont les mêmes que ceux de la naphtaline. Sa composition, donnée par l'analyse, est $C^{28}H^{10}$. M. Fritzsche est arrivé au même résultat en analysant la combinaison cristallisée que forme cet hydrocarbure avec l'acide picrique.

L'anthracène, traité à chaud par de l'acide nitrique de 1,2 de densité, se transforme en *oxanthracène* $C^{28}H^{8}O^{4}$. Ce corps forme des cristaux soyeux, peu solubles dans l'alcool et dans la benzine, mais solubles sans altération dans l'acide nitrique concentré. On peut le sublimer en longues aiguilles.

L'acide nitrique fumant et bouillant transforme peu à peu l'anthracène en *binitroxanthracène*, qui forme une poudre rouge $C^{28}H^{6}(AzO^{4})^{2}O^{4}$.

Acide anthracénique. — Cet acide s'obtient par la concentration des eaux mères du corps précédent. C'est une substance jaune, cristalline, formant des sels cristallisables.

Le brôme transforme à froid l'anthracène en *hexabromure* $C^{28}H^{10}Br^{6}$, qui, sous l'influence de la potasse alcoolique, se transforme en *bromure d'anthracène bibromé* $C^{28}H^{8}Br^{4}$.

Bichlorure d'anthracène. $C^{28}H^{10}Cl^{2}$. — Ce corps s'obtient par l'action lente du chlore. Il est peu soluble dans l'éther, plus soluble dans l'alcool; la potasse alcoolique le transforme en *chloranthracène* $C^{28}H^{9}Cl$. (ANDERSON, *Transact. of the Roy. Soc. of Édinburgh*, t. XXII, p. 681.)

CHRYSÈNE ET PYRÈNE.

Ces deux corps accompagnent la naphtaline dans le goudron de houille, et s'obtiennent par la distillation des résines; ils distillent après la naphtaline.

Pour les isoler l'un de l'autre, on se sert de la propriété qu'a l'éther de dissoudre le pyrène et de laisser le chrysène comme résidu.

Le *chrysène* possède une belle couleur jaune; l'essence de térébenthine le dissout à l'ébullition et l'abandonne par le refroidissement en flocons cristallins. Il fond vers 230°; à une température plus élevée, il distille en s'altérant un peu. Sa composition correspond à la formule $n(C^{12}H^{4})$. L'acide nitrique le transforme en un corps nitré. L'acide sulfurique le dissout à froid avec une coloration brune.

Le *pyrène* $C^{30}H^{12}$ s'obtient en plaçant dans un mélange réfrigérant la liqueur éthérée qui a servi à isoler le chrysène; le pyrène se dépose alors à l'état cristallisé.

Il cristallise dans l'alcool en lamelles rhomboïdales microscopiques.

Il fond entre 170° et 180° et se concrète en une masse feuilletée et cristalline. Il distille sans altération. L'acide sulfurique le noircit.

Le *nitropyrène* $C^{30}H^{10}(AzO^4)^2$, obtenu par l'action de l'acide sur le pyrène, est une matière résinoïde rouge, très-fusible.

MÉTANAPHTALINE.

La métanaphtaline a été découverte par MM. Pelletier et Walter dans les derniers produits de la distillation des résines.

Cet hydrocarbure cristallise en lamelles brillantes et incolores, qui sont fusibles à 70°, volatiles, insolubles dans l'eau, très-solubles à chaud dans l'alcool, le naphte et l'essence de térébenthine.

Le chlore convertit la métanaphtaline en une substance verdâtre, peu connue.

L'acide azotique la résinifie, et l'acide sulfurique la charbonne sans former de combinaison définie.

PARAFFINE.

On n'est pas d'accord sur la composition de la paraffine, ou plutôt on désigne sous ce nom plusieurs hydrocarbures différents, ayant du reste, de grandes ressemblances physiques.

Celle retirée par Reichenbach du goudron de bois a, d'après lui, pour composition $C^{60}H^{60}$, et paraît identique avec le mélène; elle fond à 43°. D'autres chimistes lui ont attribué la formule $C^{48}H^{50}$, ce qui la rangerait parmi les hydrures alcooliques de la première série. Ce qui vient à l'appui de cette formule, c'est l'existence de la paraffine dans les pétroles d'Amérique, qui, d'après les recherches de MM. Pelouze et Cahours, sont uniquement formés de ces hydrures.

Enfin, on désigne souvent, sous le nom de paraffine, le cérotène $C^{54}H^{54}$, qu'on obtient par la distillation de la cire de Chine, ainsi que d'autres hydrocarbures encore moins bien déterminés.

La paraffine, retirée du goudron de bois, cristallise en belles lames nacrées, fusibles à 43°. Elle se volatilise sans décomposition et brûle avec une belle flamme blanche. Elle est très-soluble dans l'éther et peu soluble dans l'alcool; c'est son indifférence pour les autres corps qui lui a fait donner le nom de *paraffine* (*parum affinis*).

On la retire ordinairement du goudron de bois; elle existe en abondance dans les produits de la distillation de la cire, dans l'huile de schiste brute, dans le schiste de boghead, dans les goudrons de tourbe.

La paraffine reste liquide à une température très-élevée sans s'altérer, aussi est-elle d'un très-bon usage pour remplacer les bains d'huile. On en fait des bougies de très-bonne qualité, qui sont translucides, et qui éclairent aussi bien que les bougies de cire.

On a proposé d'employer la paraffine pour remplacer la cire dans la préparation du papier négatif en photographie. On a aussi tenté son emploi pour rendre les tissus imperméables.

RÉTÈNE. $C^{36}H^{18}$.

M. Fritzsche a trouvé dans le goudron de bois un hydrocarbure solide différent de la paraffine, le rétène, qui peut aussi être retiré des bois fossiles par un traitement à l'alcool fort. C'est une substance incolore qui se dépose de ses solutions en larges lames brillantes ; elle est insoluble dans l'eau et se dissout difficilement dans l'alcool froid. L'éther et la benzine sont ses meilleurs dissolvants. Cet hydrocarbure fond à 95° et bout au-dessus de 360°. Sa composition est représentée par $C^{16}H^{18}$.

Il se combine avec l'acide picrique et forme ainsi des aiguilles jaune orangé, fusibles et se solidifiant à 125°, solubles dans la benzine et l'éther, mais cédant de l'acide picrique à l'alcool. (M. Fritzsche, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 723, et *Répert. chimie pure*, t. IV, p. 72.)

Le rétène forme avec l'acide sulfurique un acide correspondant à l'acide disulfonaphtalique, l'*acide disulforétinique* $C^{36}H^{18}S^4O^{12}$, cristallisable et soluble dans l'alcool.

EUPIONE. C^xH^x.

L'eupione existe aussi dans le goudron. Ce carbure d'hydrogène est liquide, incolore. Sa densité est 0,655 ; il bout à 169°. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool absolu et dans l'éther.

NAPHTE ET PÉTROLES.

Ces hydrocarbures sont liquides. Le naphte bout vers 80°. A l'état naturel, il est toujours coloré en brun par des matières bitumineuses, et c'est généralement à cet état qu'on le désigne sous le nom de *pétrole*.

Il présente les propriétés générales des hydrogènes carbonés : traité par l'acide sulfurique, l'acide azotique, ou le chlore, il donne naissance à des corps qui rappellent jusqu'à un certain point ceux que produit la naphtaline dans les mêmes circonstances.

Lorsqu'on traite les portions de l'huile de naphte de Hanovre, passant avant 180°, par un mélange d'acide sulfurique et nitrique, on voit, après vingt-quatre heures, des cristaux blancs se former. Ces cristaux renferment un corps nitré $C^{16}H^7(AzO^4)^3$, que MM. Bussenius et Eisenstuck nomment *trinitropétrole*, mais ils n'ont pas pu isoler l'hydrocarbure $C^{16}H^{10}$ lui-même. Ce corps nitré, traité par le sulfhydrate d'ammoniaque, donne une base, le *nitropétroldiamine* $C^{16}H^{11}(AzO^4)Az^2$, donnant des sels cristallisables, et un dérivé éthyle, le *triéthylnitropétroldiamine*.

On trouve dans la nature des carbures d'hydrogène qui proviennent probablement de la décomposition ignée des substances organiques enfouies à une certaine époque; ces carbures portent, dans le commerce, le nom d'*huile de naphte* ou d'*huile de pétrole*. Ils ont été examinés récemment par MM. Pelletier et Walter, ainsi que par M. Bleekrode (*Répert. chimie appl.*, t. IV, p. 10), par MM. Pelouze et Cahours (1)

(1) Voyez aussi ce volume, page 6.

(*Ann. phys. et chimie*, t. I, p. 5), et par MM. Bussenius et Eisenstuck. (*Ann. chimie et pharm.*, t. LXIII, p. 151). Les résultats, auxquels sont arrivés ces chimistes, montrent que la composition de ces produits naturels est extrêmement variable.

NAPHTÈNE. $C^{16}H^{16}$.

Ce carbure d'hydrogène présente une grande analogie avec le précédent et bout à une température de 115°.

NAPHTOLE. $C^{24}H^{22}$.

Ce corps diffère du précédent par sa composition et par son point d'ébullition, qui est situé à 180°.

SCHEERÉRITE.

Ce corps a été trouvé dans un charbon fossile appartenant au terrain tertiaire. Il fond à 45° et bout à 200°; il contient 92,5 de carbone et 7,5 d'hydrogène. Il paraît être un isomère de la benzine et peut être représenté par la formule $n(C^2H.)$

L'*azokérite* se trouve en Moravie. Elle est blanche; sa cassure est conchoïde; on peut la considérer comme isomérique avec le gaz oléifiant (MALAGUTI.)

L'*hatchétine* fond à 76°; elle est également isomérique avec le gaz oléifiant.

BITUME ÉLASTIQUE.

On donne le nom de *bitume élastique* ou d'*élatérite* à des carbures d'hydrogène qui présentent la consistance du caoutchouc, et qui contiennent environ 86 pour 100 de carbone et 14 d'hydrogène. Le bitume élastique du Derbyshire et de Montrelais paraît être identique avec le caoutchouc ordinaire.

BITUMES NATURELS.

L'asphalte naturel est un mélange de bitume avec du sable ou du calcaire; pour séparer ces différents corps, on les jette dans l'eau bouillante: le calcaire ou le sable tombent au fond et le bitume surnage. C'est cette substance bitumineuse qui porte le nom de *brai gras*. Le bitume de Bechelbronn, examiné particulièrement par M. Boussingault, peut être considéré comme un mélange d'un hydrogène bicarboné liquide et d'une résine; sa consistance est variable: en le distillant avec de l'eau, M. Boussingault en a retiré un carbure d'hydrogène qu'il a nommé *pétrolène*.

Cet hydrocarbure bout à 280°; il a pour formule $C^{40}H^{32}$.

La partie résineuse du brai gras a pour composition $C^{40}H^{32}O^4$; elle peut être considérée comme le produit de l'oxydation du pétrolène.

Les mastics bitumineux se préparent en mélangeant du brai gras avec du calcaire bitumineux ou du sable. On a voulu remplacer le bitume naturel par du bitume de gaz, mais cette application n'a pas eu de suite.

La distillation des schistes bitumineux donne lieu à une industrie qui a en quelque sorte été créée par M. Selligue. On obtient dans cette dis-

tillation des goudrons et deux sortes d'huiles : les unes, qui bouillent vers 250°, peuvent servir à graisser les machines ; les autres, qui sont principalement formées par des carbures d'hydrogène liquides, peuvent être mélangées à de l'alcool et sont employées alors pour l'éclairage. On peut même brûler directement ces carbures liquides dans des lampes particulières dans lesquelles le courant d'air est rapide. En faisant passer de l'huile de schiste et de l'eau sur du charbon incandescent, on prépare un gaz parfaitement éclairant.

M. Laurent a retiré des huiles de schiste, dont le point d'ébullition varie entre 200° et 280°, une substance particulière, l'*ampéline*, qui présente de l'analogie avec la créosote.

CRÉOSOTE.

Propriétés.—Ce corps, dont on doit la découverte à M. Reichenbach, est liquide, oléagineux, incolore ; son pouvoir réfringent est considérable ; sa saveur est brûlante et très-caustique. Sa densité est égale à 1,037 ; il bout à 200°. La créosote est insoluble dans l'eau, très-soluble au contraire dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique ; elle est combustible et brûle à la manière des huiles essentielles. Elle dissout le soufre, le phosphore, le sélénium, les acides oxalique, citrique, tartrique, benzoïque, stéarique, divers sels métalliques, les résines et plusieurs matières colorantes.

Elle se combine avec la potasse et forme deux espèces de combinaisons qui ont été examinées par MM. Hlasiwetz et Barth. Le brôme réagit sur la créosote et produit un composé cristallin qui a pour formule $C^{28}H^{8}Br^{8}O^{4}$.

Lorsqu'on fait agir, à une douce chaleur, un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse sur la créosote, il se forme diverses substances chlorées, dont l'étude est encore incomplète ; deux de ces composés ont pour formules :

$$C^{26}H^{6}Cl^{10}O^{6}.$$
$$C^{26}H^{7}Cl^{5}O^{6}.$$
(M. Gerhardt.)

La créosote renferme deux principes en proportions variables : l'acide phénique et l'alcool crésylique ; ces deux substances ont déjà été étudiées dans le tome V de ce traité.

A chaud, la créosote dissout plusieurs sels métalliques, tels que les chlorures de calcium et d'étain, les acétates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de zinc, etc. ; mais par le refroidissement ces sels se déposent à l'état cristallin.

La créosote colore en bleu les sels de peroxyde de fer (M. Deville) ; elle réduit l'azotate d'argent, les sels d'or, de mercure et de platine.

Quand on verse goutte à goutte de la créosote sur de l'oxyde d'argent récemment préparé, il se produit une réaction très-vive, souvent accompagnée d'explosion ; l'oxyde d'argent est réduit en partie. Il se forme, en outre, de l'oxalate d'argent et différentes matières résineuses.

On connaît des combinaisons cristallisées de la créosote avec les alca-

lis, leur connaissance est due aux travaux de MM. Hlasiwetz et Barth. (*Répert. chimie pure*, t. I, p. 183.)

D'après ces auteurs, la créosote renferme un acide particulier qui a pour composition $C^{16}H^{10}O^4$, ou le double, $C^{32}H^{20}O^8$.

On obtient le *sel acide de potasse* ($C^{32}H^{19}KO^8$) en chauffant à 90°, dans un courant d'hydrogène, de la créosote du goudron de hêtre, et en y ajoutant du potassium; il se dégage de l'hydrogène, et quand l'appareil est refroidi, il reste une masse résineuse jaune qui se colore à l'air et en attire l'humidité. Pour la purifier, on la dissout dans de l'éther qu'on distille ensuite dans un courant d'hydrogène; on obtient ainsi le sel à l'état cristallin et incolore après avoir été exprimé. Il contient 2 équivalents d'eau de cristallisation qu'on lui enlève en le chauffant à 80° dans de l'hydrogène sec.

Le *sel neutre* ($C^{32}H^{18}K^2O^8 + 4$ aq) s'obtient en faisant agir 1 partie d'hydrate de potasse sur 2 parties de créosote, en opérant comme pour le sel précédent. Il peut aussi se former par l'action du potassium sur la créosote chauffée à 130° ou 140°; ou encore, en ajoutant une solution alcoolique concentrée de potasse dans une solution éthérée de créosote: on obtient ainsi des aiguilles cristallines.

Des combinaisons analogues ont été obtenues avec la soude, la baryte et le plomb; cette dernière par double décomposition.

L'éther $C^{32}H^{18}(C^4H^5)^2O^8$ s'obtient par l'action de l'iodure d'éthyle sur un des sels neutres précédents. C'est une huile aromatique très-réfringente.

On isole l'acide $C^{16}H^{10}O^4$ en ajoutant de l'acide sulfurique au sel neutre; il se sépare ainsi une huile qu'on sèche dans un courant d'hydrogène, et qui distille à 219°. Cet acide a une saveur aromatique et brûlante; il se décompose un peu par la distillation à l'air. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Il réduit les sels d'argent. Agité avec de l'ammoniaque, il l'absorbe en donnant une bouillie cristalline. Ce composé est peu stable.

Il absorbe l'aniline en donnant un composé cristallin.

Avec le chlorure de fer, il donne une coloration verte, et avec l'acide sulfurique étendu une coloration rouge-cerise.

L'hydrate de potasse s'y dissout et le mélange se prend par le refroidissement en une masse cristalline.

L'acide azotique l'attaque vivement en donnant de l'acide oxalique.

Le brôme le transforme en un composé cristallin, soluble dans l'éther qui l'abandonne en aiguilles blanches ayant pour composition $C^{32}H^{15}Br^5O^8$, et qui sont probablement formées de $C^{16}H^8Br^2O^4 + C^{16}H^7Br^3O^4$.

Avec le chlore, on obtient le composé $C^{16}H^7Cl^3O^4$.

Ce corps existe dans l'huile brute obtenue par la distillation de la résine de gaïac.

La propriété caractéristique de la créosote, celle qui lui a fait donner son nom, est de préserver les viandes de la putréfaction.

Préparation. — Pour obtenir la créosote, on distille le goudron de

bois jusqu'à ce que le résidu ait pris la consistance d'une masse poisseuse. Le liquide condensé dans le récipient est formé de plusieurs couches distinctes; la couche inférieure contient la créosote. Après l'avoir saturée par du carbonate de soude, on l'abandonne au repos : une huile jaunâtre se rend à la surface; on la décante, puis on la rectifie dans une cornue de verre. Les parties plus denses que l'eau sont seules recueillies, puis agitées avec une dissolution de potasse d'une densité de 1,12. La créosote se sépare de divers carbures d'hydrogène avec lesquels elle est mélangée, et se dissout dans la liqueur alcaline. La dissolution, enlevée par décantation, est maintenue quelque temps en ébullition au contact de l'air, qui résinifie une substance étrangère dissoute par la potasse; la liqueur est ensuite filtrée et additionnée d'acide sulfurique qui met la créosote en liberté.

La créosote ainsi obtenue n'est pas pure; il faut encore la distiller plusieurs fois avec de l'eau alcaline, la dissoudre dans la potasse, et après avoir séparé les carbures d'hydrogène insolubles, décomposer la dissolution alcaline par l'acide sulfurique. Ces opérations ayant été répétées jusqu'à ce que la créosote se dissolve dans la potasse sans laisser de résidu, on la distille une dernière fois à la température de 200°, puis on la dessèche sur du chlorure de calcium.

Usages. — On emploie la créosote contre la carie des dents, pour arrêter les hémorrhagies, et dans le traitement de certains ulcères.

ESSENCES.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSENCES.

On donne le nom d'*essences* ou d'*huiles essentielles* à des produits huileux et volatils que l'on trouve dans les végétaux aromatiques.

Les essences existent souvent toutes formées dans les végétaux. Personne n'ignore, en effet, qu'un zeste de citron ou d'orange donne immédiatement, par la compression, une huile volatile et très-inflammable; mais, dans des cas moins fréquents, les essences ne préexistent pas dans les plantes, elles ne se forment qu'au moment où celles-ci viennent à être mises en contact avec l'eau : telles sont les essences d'amandes et de moutarde.

On peut aussi produire artificiellement des essences au moyen de réactifs. Ainsi la salicine, traitée par du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, donne une huile essentielle identique avec l'essence de fleurs de reine-des-prés, ou hydrure de salicyle. (M. Piria.)

L'essence de *Gaultheria procumbens*, ou salicylate de méthyle, a été reproduite en traitant par l'acide sulfurique un mélange d'acide salicylique et d'esprit de bois. (M. Cahours.)

Les essences peuvent s'extraire par différents moyens. On les obtient

ordinairement par distillation. On introduit dans un alambic la plante odorante que l'on recouvre d'une certaine quantité d'eau. Cette addition d'eau remplit le double but d'empêcher que le végétal ne se carbonise dans l'alambic, et de faciliter la distillation de l'essence qu'entraîne avec elle la vapeur d'eau.

Certaines essences, qui s'altèrent sous l'influence de la chaleur, peuvent être obtenues plus facilement en faisant passer dans l'alambic un courant d'hydrogène ou d'acide carbonique qui entraîne l'essence.

Lorsqu'une essence ne bout qu'à une température élevée, il est souvent utile de retarder le point d'ébullition de l'eau. On ajoute alors du sel marin dans l'alambic. En continuant la distillation jusqu'à ce que l'eau n'ait plus d'odeur, on obtient une essence qui est plus lourde ou plus légère que l'eau; souvent l'essence reste en dissolution dans l'eau et forme des eaux distillées aromatiques. On recueille généralement les essences dans un récipient particulier, connu sous le nom de *récipient florentin* (*fig.* 1), qui conserve l'essence en laissant écouler l'eau distillée par la tubulure latérale. Celle-ci fait office de siphon qui s'amorce de lui-même lorsque le vase est rempli, mais qui ne fonctionne que tant que le niveau du liquide est au-dessus de l'orifice du bec.

Fig. 1.

Quand on veut déterminer la séparation de l'essence qui est en dissolution dans l'eau, on sature l'eau de sel marin : l'essence vient nager à la surface et forme une couche huileuse ; on peut également enlever l'essence contenue dans l'eau en agitant ce liquide avec de l'éther, que l'on distille ensuite pour obtenir l'essence.

Lorsqu'une essence s'altère facilement, on peut employer pour l'extraire des dissolvants, qui sont ordinairement l'éther ou les huiles grasses: c'est ainsi que s'obtiennent les principes odorants des fleurs de tilleul, de jasmin, etc.

Quand les végétaux contiennent une grande quantité d'essence, on la retire au moyen de la compression.

Les essences qui ont été obtenues par les procédés que nous venons d'indiquer ne sont jamais pures : elles tiennent souvent en dissolution des corps solides qui ont reçu le nom de *stéaroptènes*. Certaines essences, comme les essences de lavande ou de valériane, sont saturées de camphre. Quelques-unes ne sont que des mélanges d'un acide huileux et d'une essence indifférente, ou même d'un carbure d'hydrogène et d'une essence oxygénée. D'autres enfin contiennent de l'ammoniaque ou de l'acide cyanhydrique. On doit donc, avant de les examiner, les soumettre à des purifications qui varient avec leur nature.

Les essences sont rarement incolores, elles sont le plus souvent jaunes; leur coloration augmente lorsqu'elles sont exposées à l'air.

Leur point d'ébullition varie de 140° à 200°. Quoique volatiles, elles se décomposent souvent par l'ébullition. Leur densité est variable ; on les distingue ordinairement en essences plus lourdes et en essences plus légères que l'eau. Les essences les plus denses sont en général les plus volatiles. Une essence jetée sur une feuille de papier blanc y produit une tache semblable à celle qu'y formerait un corps gras; mais quand on chauffe la feuille de papier, la tache produite par l'essence disparaît, tandis que celle qui a été faite par une huile grasse persiste. L'eau dissout quelquefois les essences en assez fortes proportions, et forme des eaux aromatiques qui portent en pharmacie le nom d'*eaux distillées*. Les essences sont en général solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles grasses.

Les essences volatiles absorbent l'oxygène lentement et se transforment en résines ou en acides; quelques-unes donnent naissance à de l'acide acétique. Dans ce cas, l'oxygène ne s'ajoute pas seulement à la molécule de l'huile essentielle, mais détermine souvent la combustion d'une partie de ses éléments pour former de l'eau et de l'acide carbonique.

L'essence d'anis absorbe en deux ans 150 fois son volume d'oxygène et produit 56 volumes d'acide carbonique (Th. de Saussure). Des résultats semblables ont été obtenus pour d'autres essences, telles que les essences de lavande et de citron.

Les essences peuvent dissoudre du soufre et du phosphore, et abandonnent ces corps, sous forme de cristaux, lorsqu'on les évapore. Le chlore, le brôme et l'iode réagissent sur les essences, et forment des corps chlorés, bromés et iodés qui dérivent en général des essences par substitution; il se produit en même temps dans ces réactions des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique.

L'acide azotique exerce souvent sur les essences une action des plus vives, et détermine quelquefois leur inflammation. Il agit aussi sur les essences comme l'oxygène, et forme des résines ou des acides organiques.

L'acide chlorhydrique est absorbé par un certain nombre d'essences et produit des chlorhydrates cristallins et parfaitement définis, nommés *camphres artificiels*.

Une dissolution froide et étendue de potasse n'exerce ordinairement aucune action sur les essences; mais lorsqu'on fait passer les essences en vapeur sur la potasse hydratée, il se dégage souvent de l'hydrogène, l'essence s'oxyde et se transforme en acide organique, qui reste uni à la potasse.

Quelques essences peuvent absorber de l'ammoniaque, et former avec cette base des composés définis.

Les essences sont employées en médecine; elles servent comme aromates; on les fait aussi entrer dans la composition de certains vernis, pour dissoudre les résines; on les emploie pour enlever les taches.

On peut diviser les essences en trois grandes classes :

1° Les essences de la première classe, qui sont formées de carbone et d'hydrogène.

2° Celles de la seconde classe, qui contiennent de l'oxygène.

Un certain nombre d'essences, comme l'essence de cumin, sont formées d'une partie hydrocarbonée et d'une partie oxygénée; elles pourraient former une classe spéciale, celle des essences mixtes. Un certain nombre d'essences constituent des hydrates analogues à l'hydrate d'essence de térébenthine; l'essence de cajeput est dans ce cas.

3° Les essences de la troisième classe, qui sont caractérisées par la présence du soufre.

Les essences de la première classe sont plus légères que l'eau; celles des deux autres classes sont ordinairement plus lourdes.

La classe des essences oxygénées comporte elle-même plusieurs subdivisions. On trouve en effet dans cette classe : 1° Des essences qui présentent les caractères des alcools; 2° des essences qui peuvent être assimilées aux aldéhydes ou à des hydrures; 3° des essences solides, qui se rapprochent du camphre par leurs propriétés; 4° des essences acides; 5° des essences indifférentes; 6° de véritables éthers.

ESSENCES HYDROCARBURÉES.

ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. $C^{20}H^{16}$.

Propriétés. — L'essence de térébenthine, employée généralement dans le commerce, est incolore, très-fluide, d'une odeur forte et balsamique, d'une saveur âcre et brûlante. Sa densité est égale à 0,86. Elle bout à 156°, prend feu au contact des corps en ignition et brûle avec une flamme fuligineuse. La densité de sa vapeur est 4,764, et sa formule représente 4 volumes de vapeur. Elle est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, dans l'éther, et agit sur le plan de polarisation des rayons lumineux.

Le pouvoir rotatoire de l'essence de térébenthine varie avec la nature de l'arbre dont elle provient. L'essence française, que l'on retire du *Pinus maritima*, étant formée en grande partie de carbures lévogyres, dévie à gauche les rayons de lumière polarisée. L'essence anglaise, qui est extraite du *Pinus australis*, les dévie à droite.

Les propriétés physiques de l'essence du commerce sont ordinairement modifiées :

1° Par l'action des matières avec lesquelles cette essence est mélangée dans la térébenthine;

2° Par l'action de la chaleur à laquelle on soumet ce suc résineux;

3° Par l'action de l'oxygène, qui transforme l'essence de térében-

thine en une substance résinoïde analogue à la colophane, et qui produit, en outre, une certaine quantité d'acide formique.

Pour se procurer de l'essence non modifiée, il faut distiller la térébenthine dans le vide, après avoir saturé les acides qu'elle contient. L'essence française, ainsi obtenue, est un carbure unique, dont la densité est 0,864 à 15°, qui bout entre 159° et 163°, et dévie à gauche, comme l'essence modifiée, le plan de polarisation des rayons lumineux. L'essence anglaise, préparée par la même méthode, opère toujours la déviation à droite. (M. Berthelot.)

Le chlore convertit l'essence de térébenthine en un corps visqueux, dont la densité est égale à 1,36, et qui a pour formule $C^{20}H^{12}Cl^{4}$. Ce corps dévie à droite le plan de la lumière polarisée. Le brôme produit un composé semblable au précédent. (M. Deville.)

L'hypochlorite de chaux transforme l'essence de térébenthine en chloroforme. (M. Chautard.)

Les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, s'unissent à l'essence de térébenthine et à ses diverses modifications pour former des combinaisons définies, solides ou liquides.

L'iode se dissout à froid dans l'essence de térébenthine, en la colorant en vert foncé; à chaud, il s'établit une réaction, et il se produit un liquide visqueux de couleur noire, qui est décomposé par la potasse.

L'essence de térébenthine s'enflamme au contact d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique.

L'acide phosphorique vitreux n'agit que très-peu sur l'essence de térébenthine, il la rougit seulement un peu.

L'acide azoteux change l'essence de térébenthine en une substance noire résinoïde et cassante. Il se produit, en outre, dans cette réaction, un liquide particulier de couleur rouge, dont l'odeur rappelle celle de l'essence d'amandes amères et celle de l'essence de térébenthine.

Lorsqu'on traite, à une température élevée, l'essence de térébenthine par l'acide carbonique, il se forme un corps huileux qui a pour composition $C^{20}H^{14}$. (M. Deville.)

L'essence de térébenthine, chauffée doucement en présence de l'oxyde de plomb, donne de l'acide formique et un produit nouveau $C^{18}H^{14}O^{10}$, qui a été nommé *acide térétinique*. (MM. Weppen et Kolbe.)

L'acide térétinique est blanc, cristallin, soluble dans l'alcool et insoluble dans l'eau.

La dissolution alcoolique d'acide térétinique précipite la plupart des sels métalliques.

L'essence de térébenthine distillée sur de l'alcali laisse toujours un résidu floconneux noirâtre.

Le soufre, le phosphore, le caoutchouc, se dissolvent facilement dans l'essence de térébenthine.

L'essence de térébenthine possède la propriété remarquable de condenser l'oxygène de l'air, surtout sous l'influence de la lumière, et de

l'abandonner ensuite avec la plus grande facilité aux corps oxydables: ainsi l'indigo est décoloré par l'essence de térébenthine insolée en présence de l'air; les sels ferreux sont transformés en sels ferriques. Ces phénomènes ont été particulièrement étudiés par M. Schœnbein et par M. Berthelot.

ÉTAT NATUREL. — EXTRACTION. — L'essence de térébenthine s'obtient en distillant, avec de l'eau, la *térébenthine*, mélange naturel de colophane et d'essence, qui s'extrait du *Pinus maritima*, du *Pinus australis* et des autres arbres de la famille des conifères. L'essence brute étant toujours un peu visqueuse et colorée, on la rectifie sur de l'eau et on la dessèche au moyen du chlorure de calcium.

SUR LES DIVERSES VARIÉTÉS D'ESSENCES DE TÉRÉBENTHINE.

ESSENCE DE PIN MARITIME (ESSENCE FRANÇAISE).

A 100°, la térébenthine de ce pin, distillée dans le vide, fournit un liquide qui présente (sans autre purification) la composition exacte du carbure pur $C^{20}H^{16}$. Ce carbure est un corps unique et défini, de même que le camphre artificiel auquel il donne naissance. Durant la préparation de ce camphre artificiel se produisent simultanément le chlorhydrate liquide et le chlorhydrate solide. Le composé liquide doit correspondre au carbure modifié par l'acide au moment de la combinaison.

Au-dessus de 100° et jusqu'à 180°, la térébenthine fournit dans le vide un nouveau liquide, mélange variable de principes oxydés et de carbone. Ce carbure est distinct du précédent, car le pouvoir rotatoire de son camphre artificiel est égal à — 22°,3, au lieu de — 23°,9 dans les mêmes conditions.

Ainsi l'essence de térébenthine naturelle paraît renfermer au moins 2 carbures isomères caractérisés par la différence des camphres artificiels auxquels ils donnent naissance.

L'essence du commerce est encore plus complexe. Non-seulement elle renferme des carbures lévogyres volatils vers 160° et susceptibles de produire de l'hydrate et du camphre artificiel, mais elle paraît contenir, en outre, en petite quantité, d'autres carbures dextrogyres isomères, volatils vers 250° et dénués des propriétés précédentes.

ESSENCE DE PIN AUSTRAL (ESSENCE ANGLAISE).

La térébenthine de ce pin, distillée dans le vide à 100°, donne des liquides qui possèdent, du commencement à la fin de l'opération, la composition exacte du carbure pur $C^{20}H^{16}$. Mais leur action rotatoire varie, du premier au dernier, de + 18°,6 à + 16°,4. Cette variabilité est une preuve directe de la pluralité des carbures isomères qui les constituent, car la chaleur ne modifie pas cette essence au-dessous de 240°.

L'essence du commerce (*camphene spirit*), provenant de ce pin, est

plus complexe encore. Elle donne naissance à plusieurs camphres artificiels dont le pouvoir rotatoire varie de $+9°, 9$ à $+4°,2$.

(M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 425.)

ESSENCE DE PINUS ABIES.

M. Winkler a obtenu par la distillation des branches du *Pinus abies* une huile fluide, incolore, bouillant à 167°. Distillée sur de l'hydrate de potasse, cette huile prend l'odeur de l'essence de térébenthine. Mise en contact avec du potassium, elle dégage une odeur analogue à celle du citron ou de l'orange.

M. Hagen a retiré des feuilles du *Pinus silvestris* une essence semblable à la précédente, qui est fluide, d'un jaune verdâtre, d'une odeur de lavande, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle entre en ébullition au-dessus de 100°.

Distillée avec de l'eau, elle donne une huile fluide, incolore, d'une odeur agréable, d'une densité égale à 0,868. Cette huile est isomérique avec l'essence de térébenthine et réfracte fortement la lumière.

ACTION DU CHLORE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

CHLORURE D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. $C^{20}H^{12}Cl^{4}$.

L'essence de térébenthine absorbe le chlore et se combine avec lui en donnant lieu à un développement de chaleur assez fort et à un dégagement d'acide chlorhydrique. On a pour résultat un liquide très-visqueux, incolore, d'une odeur camphrée particulière, et d'une saveur sucrée et amère en même temps.

Sa densité est la même que celle du chlorotérébène, c'est-à-dire 1,36; sa composition est représentée du reste par la même formule :

$$C^{20}H^{12}Cl^{4}.$$

Le pouvoir rotatoire de ce corps est remarquable en ce qu'il s'exerce en sens contraire de celui qu'exercent toutes les combinaisons de l'essence dans lesquelles on a observé une action sur la lumière polarisée. Le chlorure d'essence dévie à droite, tandis que l'essence et toutes ses combinaisons jusqu'ici observées dévient à gauche. La rotation dans 78 millimètres est de $+3,075$, ce qui lui donne un pouvoir rotatoire de 0,02854 rapporté au rayon jaune. Ce chlorure se comporte au feu exactement comme le ferait un mélange de chlorocamphène et de chlorotérébène, le premier étant en quantité prépondérante.

L'acide azotique bouillant agit avec la plus grande facilité sur le chlorure d'essence. Il distille des camphres liquide et solide, précisément comme si l'on opérait sans le concours de l'acide; puis, à la fin, celui-ci réagit sur les camphres et les convertit en produits cristallins, incolores et susceptibles de former avec la potasse des combinaisons colorées en jaune et peu solubles dans l'eau. Il reste dans la cornue, avec l'acide, qu'on est obligé de renouveler souvent pour que son action soit sensible, du

chlorure d'essence non attaqué, des produits cristallins analogues à ceux qui viennent d'être décrits, puis une substance demi-résineuse qui paraît soluble dans l'acide azotique fort et se précipite par addition d'eau.

BROMURE D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. $C^{20}H^{12}Br^{4}$.

L'essence de térébenthine et le brôme se combinent en donnant naissance à de l'acide bromhydrique et à un liquide rouge foncé, fumant, visqueux et très-dense. Le charbon animal lui enlève un peu de sa couleur, et quand, après ce traitement, on l'a mis en contact avec de la craie et du chlorure de calcium pour lui enlever l'acide et l'eau qu'il retient, il reste une liqueur d'une densité de 1,975 à 20°. Le bromure d'essence dévie à droite; son pouvoir rotatoire est égal à peu près à + 0,024 ou + 0,025.

MODIFICATIONS ISOMÉRIQUES DE L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

L'essence de térébenthine peut éprouver diverses transformations moléculaires et se convertir en différents corps isomériques, dont voici les principaux :

L'isotérébenthène.....	$C^{20}H^{16}$.	(M. Berthelot, *Ann. chim. et phys.*, t. XXXIX, p. 5.)
Le métatérébenthène..	$C^{20}H^{16}$.	
Le térébène.....	$C^{20}H^{16}$.	(M. Deville, *Ann. chim. et phys.*, t. LXXV, p. 37.
Le colophène.....	$C^{40}H^{32}$.	
Le térébilène.....	$C^{20}H^{16}$.	
Le camphilène.....	$C^{20}H^{16}$.	(MM. Soubeiran et Capitaine, *Journ. pharm.*, janv. 1840.)

Ces modifications sont produites par la chaleur seule ou par l'action des acides minéraux ou organiques faibles, ou du chlorure de zinc. Cette action varie d'intensité suivant la nature de l'agent, qui lui-même ne subit aucune modification. Nous étudierons successivement celles qui sont produites par la chaleur, par l'action de l'acide sulfurique et par celle de l'acide chlorhydrique.

ACTION DE LA CHALEUR SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

L'essence de térébenthine, maintenue en ébullition pendant soixante heures, étant chauffée à feu nu, à l'abri du contact de l'air, ne subit aucune altération.

L'essence chauffée en vase clos commence à se modifier vers 250°. Sa densité augmente, son pouvoir rotatoire change. Cette modification acquiert toute son intensité vers 300°; elle est surtout marquée avec l'essence de pin austral, qui, de dextrogyre qu'elle était avant d'avoir été surchauffée, devient lévogyre. Cette modification s'opère avec une rapidité croissante en raison de la température et de la durée de la surchauffe, mais variable avec chacune des essences employées. L'essence devient plus oxydable qu'elle ne l'était avant la surchauffe; elle est constituée par un mélange de polymères à points d'ébullition variables jusqu'au-

dessus de 360°, et d'un isomère simple, conservant à peu près le point d'ébullition et les propriétés chimiques de l'essence primitive, mais non son pouvoir rotatoire. La partie isomérique de l'essence primitive a été désignée sous le nom d'isotérébenthène $C^{20}H^{16}$.

ISOTÉRÉBENTHÈNE.

L'isotérébenthène est un liquide d'une odeur citronnée; préparé avec l'essence de pin austral dextrogyre, il est lévogyre, bout de 176° à 178°, possède une densité égale à 0,843° et un pouvoir rotatoire de —10°,0.

Il donne naissance, comme l'essence primitive, à un hydrate et à deux chlorhydrates ($C^{20}H^{16}HCl$, $C^{20}H^{16}2HCl$) cristallisés. Le pouvoir rotatoire de son camphre artificiel solide est de —11°,2. L'acide oxalique modifie à 100° l'isotérébenthène par une action de contact analogue à celle qu'il exerce sur l'essence primitive.

Un mélange de 4 parties d'isotérébenthène, de 3 parties d'alcool et de 1 partie d'acide azotique abandonné à l'air libre, sur une large surface, commence à déposer, au bout de huit jours, les cristaux de Wiggers (hydrate d'essence).

L'isotérébenthène absorbe, à 24°, 34 pour 100 d'acide chlorhydrique gazeux. Le composé liquide ainsi produit, répond à la formule :

$$2C^{20}H^{16},3HCl = C^{20}H^{16},HCl + C^{20}H^{16},2HCl,$$

combinaison de deux chlorhydrates qui peut être obtenue par divers procédés avec l'essence de térébenthine.

De même que l'essence primitive, l'isotérébenthène, mis en contact pendant un mois avec l'acide chlorhydrique fumant, se change en une masse cristalline de bichlorhydrate, imprégnée d'un peu de chlorhydrate liquide.

L'isotérébenthène absorbe le fluorure de bore en s'épaississant et se colorant fortement; il peut en absorber 14,3 pour 100.

MÉTATÉRÉBENTHÈNE.

Le métatérébenthène s'obtient sous forme d'un liquide qui reste dans la cornue en distillant le mélange qui a fourni l'isotérébenthène jusqu'à ce que le thermomètre dépasse 360°.

C'est un corps jaunâtre et visqueux; il possède une odeur forte et désagréable, mais peu prononcée à froid. Sa densité est égale à 0,913 à 20°. Il est volatil sans décomposition sensible, bien qu'il ne bouille pas encore à 360°. Il acquiert en s'oxydant la consistance de la colophane. Il absorbe moitié moins d'acide chlorhydrique que le térébène.

(M. Berthelot.)

ACTION DES ACIDES SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

TÉRÉBÈNE.

Le térébène se forme par l'action de certains acides sur l'essence de térébenthine.

Pour le préparer avec abondance et facilité, on fait agir l'acide sulfurique concentré sur l'essence de térébenthine, dans un appareil distillatoire. La chaleur dégagée suffit pour faire passer dans le récipient une portion assez considérable du térébène qui se forme ainsi. Le reste passe à la distillation en chauffant jusqu'à 210° ou 220°. Il se dégage de très-grandes quantités d'acide sulfureux pendant l'opération.

Le produit huileux, recueilli dans le récipient, soumis de nouveau à plusieurs traitements par l'acide sulfurique, doit être enfin dépouillé d'acide sulfureux par le carbonate de potasse, et d'eau par le chlorure de calcium.

Le térébène a une odeur assez agréable, rappelant celle du thym. Son point d'ébullition est le même que celui de l'essence de térébenthine. Sa densité à l'état liquide est égale à 0,864, à la température de + 8°, c'est-à-dire égale à celle de l'essence. La densité de sa vapeur est aussi restée la même.

Le térébène est isomérique avec l'essence de térébenthine. Son pouvoir rotatoire est nul.

Le térébène forme des combinaisons définies avec les hydracides.

(M. H. Deville, *Ann. chim. et phys.*, t. LXXV, p. 38.)

MONOCHLORHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16}HCl$.

Le monochlorhydrate de térébène est un corps d'une grande fluidité, d'une densité égale à 0,902 à 20°, dont l'odeur rappelle beaucoup celle du térébène, mais avec quelque chose de camphré. Son pouvoir rotatoire est nul.

BICHLORHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16}(HCl)^2$.

Le bichlorhydrate de térébène est le résidu liquide du camphre artificiel. Sa densité est de 1,017.

Le bichlorhydrate de térébène, mêlé de la quantité de camphre solide dont on ne peut pas le dépouiller, possède un pouvoir rotatoire de — 19°,920 dans 100 millimètres.

(MM. Soubeiran et Capitaine.)

MONOBROMHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16},HBr$.

Le monobromhydrate de térébène est un liquide incolore, d'une densité de 1,021 à 24°. Son odeur, un peu camphrée, rappelle celle du térébène.

Il se prépare en faisant passer de l'acide bromhydrique dans du térébène, traitant le produit par la craie pour chasser l'excès d'acide, puis par le charbon animal et par le chlorure de calcium.

Le monobromhydrate de térébène s'altère au bout d'un certain temps à l'air et se colore. Son pouvoir rotatoire est nul.

BIBROMHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16}(BrH)^2$.

Le bibromhydrate de térébène s'obtient en faisant passer de l'acide bromhydrique dans de l'essence de térébenthine ; il se forme des cristaux de bromhydrate de camphène qui sont séparés par filtration à une basse température.

La densité du bibromhydrate est de 1,279 à 21° ; il se conserve sans altération à l'air et paraît résister à cet agent tout aussi bien que le camphre liquide.

Pour pouvoir observer son pouvoir rotatoire, il faut le priver en partie de sa couleur foncée en le traitant par le charbon animal. Le pouvoir rotatoire, rapporté au rayon rouge, est — 0,15258, ce qui supposerait à la base du bromhydrate liquide, s'il était pur, un pouvoir égal à — 0,23994. Pour admettre, au contraire, que cette base est inactive, il faudrait que la proportion de bromhydrate solide s'élevât dans la liqueur à 0,553 du poids total. Cette hypothèse est probablement vraie à cause de la facilité avec laquelle cette liqueur se prend en masse au moindre abaissement de température au-dessous de 0°.

MONOIODHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16},IH$,

Le monoiodhydrate de térébène s'obtient en faisant passer de l'acide iodhydrique dans le térébène. Le gaz est absorbé avec dégagement de chaleur, et l'on a, après saturation, un liquide rouge foncé contenant probablement de l'iode en dissolution. Du reste, en traitant ce corps par la potasse faible. Il reste un liquide incolore, d'une odeur camphrée très-agréable, dont la densité est 1,084 à 21°. L'excès d'iode qui est en solution peut aussi être enlevé par l'alcool faible ou par le mercure.

Cet iodhydrate s'altère très-rapidement à l'air en se colorant en rouge foncé.

Le pouvoir rotatoire de ce corps est nul.

BIIODHYDRATE DE TÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{16}(IH)^2$.

Le biiodhydrate de térébène ne peut être obtenu qu'à l'état de mélange avec l'iodhydrate de camphène, car, en faisant passer de l'acide iodhydrique dans de l'essence de térébenthine, on obtient un liquide qui ne donne pas de cristaux, même à de basses températures.

CHLOROTÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{12}Cl^4$.

Le chlorotérébène est un corps visqueux, incolore, doué d'une odeur particulière, tenace, qui rappelle celle du camphre. Pour obtenir ce corps tout à fait incolore, on fait passer au travers du térébène un courant de chlore excessivement lent, en refroidissant en même temps la liqueur et augmentant la vitesse du courant de gaz lorsque la saturation commence. L'action se termine, sous l'influence de la lumière diffuse,

avec dégagement d'acide chlorhydrique. Son action sur la lumière polarisée est nulle.

Chauffé à des températures croissantes et ménagées, le chlorotérébène noircit, dégage beaucoup d'acide chlorhydrique et laisse distiller une grande quantité d'une liqueur incolore, si l'on opère avec lenteur; mais qui, dans le cas contraire, change d'aspect aux différentes époques de la distillation, passant du rose pur au bleu indigo et au brun noirâtre, par toutes les teintes intermédiaires, et prenant définitivement la couleur qui appartient aux résidus de la préparation du camphre artificiel. Il reste dans la cornue du charbon parfaitement pur.

Les produits de la distillation sont :

1° Du chlorotérébène non altéré, entraîné par l'acide chlorhydrique;

2° Un corps nouveau, le monochlorotérébène;

3° Du chlorhydrate de térébène.

MONOCHLOROTÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{14}Cl^2$.

Le monochlorotérébène se prépare en faisant la distillation précédente sur de l'eau contenant une quantité de potasse suffisante pour arrêter l'acide chlorhydrique; la liqueur qui passe dans le récipient, desséchée par le chlorure de calcium, est le monochlorotérébène. Sa production s'explique au moyen de l'équation :

$$3(C^{20}H^{12}Cl^4) = C^{20} + 2(C^{20}H^{14}Cl^2) + 8(HCl).$$

La densité du monochlorotérébène, à 20°, est égale à 1,137.

BROMOTÉRÉBÈNE. $C^{20}H^{14}Br^2$.

Le bromotérébène est un liquide très-visqueux, fortement coloré en rouge et que le charbon animal décolore en partie. Sa densité est 1,978 à 20°.

Il se prépare par l'action du brôme sur le térébène; une grande quantité d'acide bromhydrique prend naissance dans cette réaction.

Le bromotérébène, traité par la chaleur, se comporte d'une manière tout à fait analogue au chlorotérébène. Seulement, au contact de l'air, l'acide bromhydrique se décompose, et donne naissance à du brôme en petite quantité qui altère le produit de la distillation. Il reste du charbon pour résidu.

ACTION DE L'IODE SUR LE TÉRÉBÈNE.

L'iode mis dans du térébène produit une élévation de température, et, s'il y a un excès de térébène, le résultat de cette action est une liqueur vert foncé, sans transparence, et dans laquelle l'iode est ou simplement dissous dans le térébène, ou, s'il est combiné, il s'est ajouté aux éléments du térébène sans altérer celui-ci, car il n'y a pas de dépôt de charbon et il n'y a pas non plus d'acide iodhydrique de formé. En

chauffant avec un excès d'iode, il se forme alors de l'acide iodhydrique et une liqueur très-visqueuse qui distille en même temps que l'iode, qui perd sa couleur noire au contact de la potasse, mais qui s'altère avec une rapidité très-grande.

HYDRATE DE TÉRÉBÈNE.

L'hydrate de térébène ne paraît pas se former dans les circonstances sous l'influence desquelles se produit l'hydrate d'essence de térébenthine que nous étudierons plus loin.

COLOPHÈNE $C^{40}H^{32}$.

Le colophène est, ainsi que le térébène, le résultat de l'action de l'acide sulfurique sur l'essence de térébenthine. Lorque tout le térébène est dégagé, on pousse le feu sous la cornue et l'on amène le produit visqueux qu'elle contient jusqu'à une ébullition très-vive. Il passe en grande abondance une huile visqueuse, jaune clair, qui, redistillée plusieurs fois seule, et une dernière fois sur de l'alliage de potassium et d'antimoine, constitue le colophène. A cet état, le colophène est incolore, lorsqu'on le regarde en laissant venir à l'œil la lumière qui le traverse; mais en tenant le flacon un peu élevé et plaçant derrière lui un corps de couleur foncée, on s'aperçoit que le colophène est doué d'une espèce de dichroïsme, et que la seconde couleur est le bleu-indigo foncé, que l'on peut rendre très-éclatant en disposant convenablement le flacon par rapport à l'œil. Cette double couleur se retrouve dans presque toutes les combinaisons du colophène.

Une dissolution de colophane fine dans l'éther présente une seconde couleur verte très-pure, en même temps que la couleur jaune qu'on lui connaît.

La densité du colophène, à 9°, est égale à 0,940. Il bout vers 310° ou 315°.

Sa densité de vapeur en fait un polymère de l'essence de térébenthine, car sa molécule est double, et est par conséquent représentée par la formule $C^{40}H^{32}$, correspondant à 4 volumes de vapeur.

Le colophène prend encore naissance en distillant de la colophane à feu nu et un peu vivement; il se forme en outre de l'eau et un résidu charbonneux abondant.

Dans toutes les distillations de colophane il se produit toujours, en même temps que le colophène, un corps de même composition que lui. Ce corps, qui est en quantité moindre que le colophène, est fluide comme l'essence de térébenthine et n'a pas de pouvoir rotatoire, ou en a un léger à droite, qu'il doit à la présence de la colophane, ce qui tendrait à faire croire que c'est du térébène.

CHLORHYDRATE DE COLOPHÈNE.

Le colophène absorbe l'acide chlorhydrique en dégageant de la chaleur; mais la craie employée pour retenir l'acide que le chlorhy-

drate ainsi formé dissout, suffit aussi pour enlever en grande partie l'acide chlorhydrique combiné avec le colophène, de telle sorte que l'analyse n'indique dans le produit que des quantités insignifiantes de chlore, c'est-à-dire 3 ou 4 centièmes.

Le chlorhydrate brut a une très-belle couleur indigo.

CHLOROCOLOPHÈNE. $C^{40}H^{32}Cl^{4}$.

Le colophène absorbe le chlore et se convertit, sans dégagement de gaz, en une résine qui ressemble beaucoup à la colophane. Cette résine se dissout dans l'alcool absolu, et cristallise, dans un endroit frais, en petits cristaux circulaires jaunâtres, qui perdent leur forme et s'arrondissent lorsque la température ambiante augmente.

CAMPHILÈNE OU CAMPHÈNE. $C^{20}H^{16}$.

Le camphilène ressemble au térébène, mais il s'en distingue en ce qu'il forme, avec l'acide chlorhydrique, une combinaison liquide et une combinaison solide.

On obtient le camphilène en faisant passer les vapeurs de monochlorhydrate de térébenthine sur de la chaux vive portée au rouge (Soubeiran et Capitaine). Suivant M. Deville, il est toujours mélangé de colophène.

L'iodhydrate de camphilène est liquide, contrairement à ce qui aurait pu être supposé. Le brôme le solidifie en formant probablement du bromocamphilène.

TÉRÉBILÈNE.

Le térébilène a été obtenu en décomposant l'iodhydrate de térébène par la potasse à chaud, et en purifiant le résultat par une distillation sur de l'alliage de potassium et d'antimoine. Le térébilène retient obstinément les dernières traces d'iode, que ce traitement seul peut lui enlever. Sa densité à 21° est 0,843. Il a la même composition et la même densité de vapeur que l'essence de térébenthine.

COLOPHILÈNE.

Le colophilène a été préparé en distillant sur la baryte le chlorhydrate non purifié de colophène. Ce produit semble ne pas posséder le dichroïsme observé dans le colophène. (M. H. Deville.)

ACTION DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

CAMPHRES ARTIFICIELS DE TÉRÉBENTHINE.

Nous avons déjà étudié les combinaisons que forment les modifications isomériques de l'essence de térébenthine avec les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique.

Voyons maintenant celles que donne l'essence elle-même.

Lorsqu'on fait arriver du gaz chlorhydrique dans l'essence de térébenthine, on obtient deux composés, l'un solide, l'autre liquide : on donne à ces composés les noms de *camphre artificiel solide* et de *camphre artificiel liquide*.

Le camphre artificiel solide est blanc, transparent, plus léger que l'eau, insoluble dans ce liquide; sa saveur est aromatique et camphrée; il n'exerce aucune action sur les réactifs colorés; il fond à 150°, se sublime sans altération à 160°, et brûle avec une belle flamme verte. Il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Le camphre artificiel solide dévie à droite ou à gauche la lumière polarisée, suivant qu'il provient d'une essence dextrogyre ou lévogyre. Il a pour formule : $C^{20}H^{16},HCl$. Il est formé de volumes égaux d'essence et d'acide. Lorsqu'on le fait passer en vapeur sur de la chaux portée au rouge, il se décompose et donne naissance à un liquide isomérique avec l'essence de térébenthine, qui a été nommé *camphilène* ou *camphène*. (MM. Soubeiran et Capitaine.)

Le chlore transforme le camphre artificiel solide en un composé chloré qui a pour formule $C^{20}H^{12}Cl^4,HCl$. Ce composé peut perdre son acide chlorhydrique et donner le *chlorocamphène* $C^{20}H^{12}Cl^4$. (M. Deville.)

Le camphre artificiel solide est à peine attaqué à froid par l'acide azotique fumant. Cette propriété permet de le séparer facilement des autres chlorhydrates d'essence de térébenthine ou de térébène qui se détruisent sous l'influence de l'acide azotique. (M. Berthelot.)

Le camphre artificiel liquide $C^{20}H^{16},(HCl)^2$ est oléagineux, d'une densité égale à 1,017. La chaux vive le décompose à une température élevée, et produit un carbure d'hydrogène isomérique avec l'essence de térébenthine, qui a reçu le nom de *térébilène*.

On peut considérer le camphre artificiel liquide comme une combinaison de l'acide chlorhydrique avec le térébène.

L'acide iodhydrique et l'acide bromhydrique, en agissant sur l'essence de térébenthine, forment un bromhydrate et un iodhydrate correspondant au camphre artificiel solide. Nous étudierons ces combinaisons plus loin, sous le nom de bromhydrate et d'iodhydrate de camphène.

Les carbures définis obtenus en séparant par divers procédés l'acide chlorhydrique contenu dans le monochlorhydrate cristallisé de térébenthène (dénommé à tort camphre artificiel) sont, en y joignant les carbures primitifs :

I. Le TÉRÉBENTHÈNE, carbure liquide, bouillant à 161°, jouissant d'un pouvoir rotatoire égale à — 42°,3. Ce carbure se transforme par l'action du gaz chlorhydrique en divers chlorhydrates :

1° Lorsqu'on fait agir le gaz acide chlorhydrique directement sur le térébenthène, il se transforme en un mélange de deux monochlorhydrates isomères, l'un solide, l'autre liquide, dont la proportion relative varie avec la température.

2° Lorsqu'on opère sur une solution alcoolique ou éthérée de téré-

benthène, on obtient une combinaison peu stable de dichlorhydrate cristallisé :

$$C^{20}H^{16},2HCl,$$

et de monochlorhydrate liquide :

$$C^{20}H^{16},HCl.$$

3° En opérant sur une solution acétique, il se forme une combinaison analogue de dichlorhydrate et de monochlorhydrate cristallisés.

Le térébenthène est le carbure principal contenu dans l'essence du pin maritime ; il peut être obtenu à l'état défini et physiquement homogène, en distillant dans le vide, au bain-marie, la térébenthine naturelle, après avoir saturé les acides qu'elle renferme.

II. Le TÉRÉCAMPHÈNE, carbure cristallisé, doué de propriétés physiques analogues à celles du camphre ordinaire, fusible à 45°, bouillant vers 160°, jouissant d'un pouvoir rotatoire de — 63°, transformable entièrement par le gaz chlorhydrique, agissant directement ou sur une solution alcoolique, en un monochlorhydrate solide et unique comme le carbure dont il dérive.

III. L'AUSTRALÈNE, carbure liquide et défini, bouillant à 161°, jouissant d'un pouvoir rotatoire égal à + 21°,5 ; toutes ses autres propriétés et notamment l'action du gaz chlorhydrique, se confondent avec celle du térébenthène.

IV. L'AUSTRACAMPHÈNE, carbure cristallisé dont les propriétés se confondent avec celles du térécamphène. Le pouvoir rotatoire, qui est + 22°, diffère seul.

V. Le CAMPHÈNE INACTIF, carbure cristallisé dont les propriétés se confondent avec celles du térécamphène et de l'austrocamphène. Mais le camphène inactif se distingue parce qu'il ne possède pas de pouvoir rotatoire.

VI. Le TÉRÉBÈNE, carbure liquide, bouillant à 160°, un peu moins volatil que le camphène inactif, privé également du pouvoir rotatoire. Ce carbure forme directement avec le gaz chlorhydrique un chlorhydrate moitié moins saturé que les chlorhydrates des carbures précédents.

Les six carbures précédents sont isomériques et représentés par la formule $C^{20}H^{16}$. Les suivants sont des polymères.

VII. Un carbure liquide, bouillant vers 250°, inactif, et qui représente probablement le *sesquitérébène*.

VIII. Le DITÉRÉBÈNE $C^{40}H^{32}$, liquide bouillant vers 300°, inactif.

IX. Divers polytérébènes $nC^{20}H^{16}$, liquides, de plus en plus visqueux, inactifs, dont le point d'ébullition est compris entre 360° et le rouge sombre.

Les carbures précédents peuvent être obtenus dans les conditions suivantes :

1° Le monochlorhydrate et le monobromhydrate solides de térében-

thène, décomposés par le stéarate de potasse ou par le savon sec entre 200° et 220°, perdent lentement leur hydracide et engendrent du térécamphène.

Le chlorhydrate d'australène fournit l'austracamphène dans les mêmes conditions.

2° En opérant la décomposition par le stéarate de baryte, on obtient un mélange variable de térécamphène actif et de camphène inactif.

3° Le benzoate de soude, agissant sur le chlorhydrate ou sur le bromhydrate, avec ou sans le concours de l'alcool, fournit principalement du camphène inactif, mêlé avec une petite quantité de camphène actif et de térébène.

4° Avec l'acétate de soude, le produit est constitué surtout par le térébène et ses polymères.

5° La chaux vive engendre une petite quantité de camphène inactif, qu'il est assez difficile d'isoler du térébène, qui est le produit principal, du sesquitérébène, du ditérébène et toute la série des polytérébènes.

6° La potasse hydratée n'agit guère au-dessous de 250°; la potasse alcoolique (agissant à 180° sur le bromhydrate dans un tube scellé) donne lieu à de l'éther ordinaire $C^8H^{10}O^2$ et à un liquide oxygéné, volatil de 180° à 210°, et qui paraît constitué principalement par un mélange de l'alcool $C^{20}H^{16}O^2$ avec son éther éthylique $C^{24}H^{20}O^2$.

7° La baryte anhydre, l'éther stéarique et la chaleur seule donnent lieu à peu près à une même réaction vers 200°; l'acide chlorhydrique se dégage en partie sous forme gazeuse, et il se forme du camphène inactif et un peu de térébène; la décomposition s'arrête longtemps avant que tout l'acide soit éliminé. (M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. LV, p. 496.)

CHLOROCAMPHÈNE.

Le chlore produit sur le chlorhydrate de camphène, ou camphre artificiel, une action très-lente qui se complète en donnant lieu à un liquide probablement incolore, mais jauni par la présence de chlore libre.

Il n'est pas toujours facile d'obtenir un produit liquide, celui-ci se détruisant avec la plus grande facilité, même dans une atmosphère de chlore. Mais cette destruction est bien plus rapide hors de l'influence de ce gaz. Le liquide se transforme en un corps cristallisable, d'une odeur faible, rappelant celle de la pomme de reinette, et ayant tout à fait l'aspect du camphre artificiel.

Le chlorocamphène ainsi produit a pour densité 1,50 à 8°.

Son pouvoir rotatoire, observé à travers une épaisseur de 400 millimètres et sur une dissolution alcoolique qui contenait 0,2424 de chlorocamphène, a été trouvé absolument nul.

Le chlorocamphène fond, sans se volatiliser, à une température de 110° à 115°. En augmentant peu à peu la température, il dégage de

grandes quantités d'acide chlorhydrique, et laisse pour résidu du charbon en donnant des produits distillés solides et liquides.

Les premiers se composent : 1° de chlorocamphène ; 2° d'un mélange de deux corps, dont l'un a probablement pour formule $C^{20}H^{14}Cl^4$, tandis que l'autre est du camphre artificiel solide. Les produits liquides sont identiques avec ceux que l'on obtient comme résultats de la distillation du chlorotérébène. Il se forme donc, dans cette circonstance, du térébène par une altération moléculaire que subit le camphène.

(M. Deville.)

ACTION DES ACIDES BROMHYDRIQUE ET IODHYDRIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

BROMHYDRATE DE CAMPHÈNE. $C^{20}H^{16}(HBr)$.

Le bromhydrate de camphène ou d'essence de térébenthine ressemble parfaitement au camphre artificiel solide ; il en a l'odeur, l'aspect et la forme cristalline.

Il se prépare en faisant passer de l'acide bromhydrique dans l'essence jusqu'à saturation complète ; on obtient ainsi un liquide de couleur foncée, fumant à cause de l'acide bromhydrique libre qu'il dissout. En laissant cet excès d'acide se dégager à l'air et en refroidissant à quelques degrés au-dessous de zéro, il se dépose une grande quantité de cristaux dont le poids est plus grand que celui de l'essence employée pour l'opération. On opère la purification de ces cristaux en les soumettant à l'action de la presse, et les faisant recristalliser dans l'alcool ; enfin, après la cristallisation, on les comprime de nouveau.

La dissolution alcoolique de ce corps se colore en rouge à l'air, une certaine quantité de brome étant mise en liberté.

Le camphène a conservé dans le bromhydrate son pouvoir rotatoire.

On obtient un autre bromhydrate cristallisé, ayant pour composition $C^{20}H^{16}(BrH)^2$, en faisant agir sur l'essence de térébenthine une solution aqueuse très-concentrée d'acide bromhydrique, ou en traitant les hydrates d'essence de térébenthine par du bromure de phosphore.

IODHYDRATE DE CAMPHÈNE. $C^{20}H^{16}(HI)$.

L'acide iodhydrique, en réagissant sur l'essence de térébenthine, donne un liquide coloré en rouge foncé, fumant et très-dense. Ce corps, dépouillé par la craie de l'acide qu'il contient, et d'eau par le chlorure de calcium, ne dépose pas de cristaux à quelques degrés au-dessous de zéro ; il contient en dissolution de l'iode qui le colore fortement.

L'iodhydrate de camphène se décompose très-vite à l'air, en se colorant fortement et devenant tout à fait noir, par suite de l'absorption de l'oxygène. Au feu, la décomposition de ce corps est très-rapide. A une faible chaleur, il se colore déjà et fournit ensuite un liquide très-

dense qui passe dans le récipient en même temps que l'iode. Il se produit aussi de l'acide iodhydrique.

La densité de cet iodhydrate est égale à 1,5097, à 15°. Son pouvoir rotatoire est difficile à observer à cause de son altération rapide au contact de l'air ; il a été trouvé égal à peu près à — 0,159 pour le rayon jaune.

Ce corps ne peut être évidemment considéré que comme un mélange d'iodhydrate de camphène et de biiodhydrate de térébène. Il faut donc admettre, ou que l'iodhydrate de camphène est liquide à la température de — 1° ou — 2°, ou que, s'il est solide, il est assez soluble dans le biiodhydrate de térébène pour y rester tout entier à cette température. Cette seconde hypothèse n'est probablement pas exacte.

OXYDE D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. $C^{20}H^{16}O^{2},2HO$.

Ce corps, découvert par M. Sobrero, est cristallin, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il se produit lorsqu'on traite l'essence de térébenthine par l'oxygène sous l'influence de la radiation solaire. L'expérience s'exécute de la manière suivante. Un flacon, placé sur une cuve à eau, est rempli aux quatre cinquièmes environ de gaz oxygène pur. On y introduit ensuite quelques grammes d'essence, et l'on expose le tout à l'action directe des rayons solaires. Les parois du flacon se tapissent bientôt de prismes brillants d'oxyde d'essence de térébenthine. On dissout ces prismes dans l'alcool et l'on fait cristalliser la liqueur.

L'oxyde d'essence de térébenthine ainsi obtenu est purifié par des cristallisations successives dans l'eau et l'alcool.

HYDRATES D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

L'essence de térébenthine forme, avec l'eau, quatre hydrates qui ont pour formules :

$$C^{20}H^{16},6HO;$$
$$C^{20}H^{16},4HO;$$
$$C^{20}H^{16},2HO;$$
$$C^{20}H^{16},HO.$$

Lorsqu'on expose à un froid très-vif l'essence de térébenthine du commerce, elle laisse quelquefois déposer des cristaux qui contiennent 2 ou 6 équivalents d'eau.

L'hydrate $C^{20}H^{16},6HO$ est le mieux connu et le plus facile à produire. Il se présente en gros cristaux prismatiques, incolores et transparents, qui entrent en fusion à 130°, et se changent peu à peu à cette température en essence quadrihydratée $C^{20}H^{16},4HO$, qui se sublime vers 250°, sans altération.

En mélangeant l'essence de térébenthine avec une solution concentrée d'acide iodhydrique, ou en traitant les hydrates de térébenthine par l'iodure de phosphore, on obtient un autre iodhydrate cristallisé, qui a pour composition $C^{20}H^{16},2HI$.

L'hydrate d'essence de térébenthine, chauffée au delà de son point de fusion, se décompose rapidement en eau et en un nouvel hydrate, ne contenant plus que 4 équivalents d'eau, qui se vaporisent presque immédiatement : c'est l'hydrate $C^{20}H^{16},4HO$. Cette transformation s'opère aussi par l'exposition du premier hydrate dans le vide sec. L'hydrate à 4 équivalents d'eau se retransforme de nouveau en cristaux renfermant 6HO par son exposition à l'air humide, ou par une cristallisation dans l'alcool à 85°.

L'acide phosphorique anhydre enlève l'eau à ces hydrates, en produisant du colophène et du térébène.

Les chlorures, bromures et iodures de phosphore le transforment en bichlorhydrate, bibromhydrate et biiodhydrate d'essence de térébenthine. (M. Oppenheim, *Bullet. Soc. chim.* 1862, n° 5.)

Cet hydrate n'exerce aucune action sur la lumière polarisée.

L'hydrate $C^{20}H^{16},4HO$, étant chauffé avec de l'acide acétique anhydre, donne une combinaison liquide, peu stable, renfermant de l'acide acétique et de l'essence de térébenthine. Cette combinaison répond à la formule $C^{24}H^{22}O^{6}C^{20}H^{18}O^{2},C^{4}H^{3}O^{3},HO$, et pourrait être assimilée à un éther correspondant à un alcool $C^{20}H^{20}O^{4}$, diatomique, qui serait précisément l'hydrate à 4 équivalents d'eau. Les éthers simples de cette espèce d'alcool seraient représentés par les camphres artificiels :

$$C^{20}H^{18}Cl^{2} = C^{20}H^{16},2HCL$$
$$C^{20}H^{18}Br^{2} = C^{20}H^{16},2BrH.$$

(M. Oppenheim, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 399.)

Les deux hydrates $C^{20}H^{16},6HO$ et $C^{20}H^{16},4HO$ absorbent une grande quantité de gaz acide chlorhydrique, donnent naissance à de l'eau et à un camphre artificiel qui possède les propriétés, le même point de fusion et la même composition que le camphre d'essence de citron. De plus, ce camphre, traité par le potassium, produit une huile essentielle qui peut être confondue avec l'essence de citron par son odeur, son point d'ébullition, sa densité et sa composition. (M. Deville, *Annales de chimie et de phys.*, t. XXVII, p. 80.)

L'hydrate d'essence de térébenthine $C^{20}H^{16},6HO$ se produit lorsqu'on abandonne à lui-même un mélange formé de 8 parties d'essence de térébenthine, de 1 partie d'alcool à 80 centièmes et de 2 parties d'acide azotique d'une densité égale à 1,25 ou à 1,30. L'exposition au soleil pendant une demi-heure au plus accélère considérablement la production des cristaux. La plus grande partie des cristaux se forme dans les premiers jours, surtout si l'on a eu soin d'agiter d'abord le mélange. Ils sont colorés en brun; pour les purifier, on les dessèche sur du papier non collé, et on les dissout dans l'eau bouillante en présence du charbon animal. La dissolution laisse déposer par le refroidissement des cristaux purs d'hydrate $C^{20}H^{16},6HO$.

Dans le traitement par l'acide nitrique, on obtient encore une substance qui peut être considérée comme un hydrate liquide.

Les essences de cardamome, de basilic, de laurier, de citron et de bergamote, traitées par un mélange d'alcool et d'acide azotique, donnent une combinaison cristalline qui présente la même composition que l'hydrate d'essence de térébenthine $C^{20}H^{16},6HO$.

Dans l'action de l'acide chlorhydrique dilué sur l'hydrate $C^{20}H^{16},6HO$, il se produit une substance particulière que l'on peut considérer comme le monohydrate d'essence de térébenthine $C^{20}H^{16},HO$. (M. Wiggers.)

La chaleur seule opère ce dédoublement à 200°, et le chlorure de zinc à 100°. (M. Berthelot.)

On obtient le même hydrate par l'action de l'acétate d'argent ou de l'ammoniaque sur l'hydrate à 6HO. (M. Oppenheim.)

Le monohydrate d'essence de térébenthine, auquel on a donné le nom de *terpinol*, est liquide, oléagineux, d'une odeur de jacinthe. Il bout de 165° à 208°, mais l'ébullition le décompose en donnant naissance à des hydrocarbures $C^{20}H^{16}$ et à un hydrate renfermant plus d'eau. Sa densité est 0,852. Il se change, au contact de l'acide chlorhydrique, en un composé solide qui a pour formule $C^{20}H^{16},(HCl)^2$. L'eau ou l'alcool bouillants dédoublent ce dernier produit en terpinol et en acide chlorhydrique. (M. List.)

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE.

L'action que l'acide azotique exerce sur l'essence de térébenthine a été examinée principalement par MM. Rabourdin, Broméis et Caillot, et en dernier lieu par M. Church et par M. Personne. Pour attaquer l'essence de térébenthine par l'acide azotique et éviter l'inflammation qui peut se produire, on traite l'essence par l'acide azotique du commerce étendu de son volume d'eau. Lorsque l'essence a disparu, on étend d'eau la liqueur, qui laisse déposer les substances résineuses qui se sont formées.

Les produits de cette réaction sont très-complexes: on y trouve de l'acide oxalique, de l'acide acétique, de l'acide butyrique, de l'acide propionique, de l'acide cyanhydrique, de l'ammoniaque, de la nitrobenzine, trois matières résineuses particulières, et en outre quatre acides, qui ont reçu les noms d'acides *térébique*, *térébenzique*, *téréphtalique* et *téréchrysique*.

ACIDE TÉRÉBIQUE. $C^{14}H^{10}O^8$.

L'acide térébique est très-soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther; il cristallise en prismes droits ou en octaèdres; sa saveur est franchement acide. Il a pour formule :

$$C^{14}H^{10}O^8 = C^{14}H^8O^6,2HO.$$

Cet acide, porté rapidement à 300°, en présence de la potasse caustique, dégage de l'hydrogène, et se change en acides acétique et butyrique, qui restent unis à l'alcali; à une température moins élevée, ces

deux acides ne se produisent pas, ils sont remplacés par des carbures d'hydrogène volatils et par des matières colorantes d'une nature indéterminée. (M. Caillot.)

L'acide térébique, distillé seul ou avec de l'acide sulfurique concentré, se dédouble en acide carbonique pur, et en un nouvel acide pyrogéné, l'*acide pyrotérébique*, substance liquide et huileuse, bouillant vers 200°, et ayant pour formule $C^{12}H^{9}O^{3},HO$.

L'équation suivante rend compte de cette décomposition :

$$\underbrace{C^{14}H^{10}O^{8}}_{\text{Acide térébique.}} = \underbrace{C^{12}H^{10}O^{4}}_{\text{Acide pyrotérébique.}} + \underbrace{2CO^{2}}_{\text{Acide carbonique.}}$$

Les térébates alcalins sont très-solubles dans l'eau et cristallisent difficilement.

Le térébate de plomb est blanc, cristallin et soluble dans l'eau ; on l'obtient en attaquant directement le protoxyde de plomb par l'acide térébique.

Le térébate d'argent présente l'aspect de houppes soyeuses et brillantes, qui se dissolvent dans une petite quantité d'eau chaude et se déposent à l'état cristallin par le refroidissement de la liqueur.

ACIDE TÉRÉBENZIQUE. $C^{14}H^{6}O^{8},HO$.

Cet acide est soluble dans l'eau bouillante, et se précipite de cette dissolution en aiguilles blanches; il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther; il fond à 169°, et se volatilise à une température plus élevée. Il présente une certaine analogie avec l'acide benzoïque.

ACIDE TÉRÉPHTALIQUE. $C^{16}H^{5}O^{7},HO$.

L'acide téréphtalique se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline; il est insipide, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. L'acide sulfurique le dissout sans l'altérer, et l'eau le précipite de nouveau de cette dissolution. Il forme, avec les bases, des sels qui sont presque tous incristallisables. Cet acide est isomère avec l'acide phtalique ; il est bibasique comme lui, et se dédouble, sous l'influence de la chaleur, en acide carbonique et en benzine :

$$\underbrace{C^{16}H^{5}O^{7},HO}_{\text{Acide téréphtalique.}} = 4CO^{2} + \underbrace{C^{12}H^{6}}_{\text{Benzine.}}$$

On obtient aussi l'acide téréphtalique en oxydant l'essence de cumin par l'acide chromique. L'acide obtenu par cette voie avait été considéré par M. W. Hofmann comme un acide particulier, et nommé par lui acide *insolinique*. L'identité des deux acides a été constatée par M. Warren de la Rue et H. Mueller, qui l'ont aussi obtenu par l'action de l'acide nitrique sur quelques hydrocarbures retirés du naphte de Birmah.

On obtient les éthers téréphtaliques en traitant le téréphtalate d'argent par les éthers iodhydriques.

Le *téréphtalate de méthyle*, $C^{16}H^4(C^2H^3)^2O^8$, cristallise en beaux prismes très-longs, fusibles au-dessus de 100° et sublimables. Il est plus soluble dans l'alcool chaud que dans l'alcool froid.

Le *téréphtalate d'éthyle*, $C^{16}H^4(C^4H^5)^2O^8$, forme de longs prismes semblables à l'urée et solubles dans l'alcool froid.

Chlorure de téréphtalyle $C^{16}H^4O^4Cl^2$.— Ce corps s'obtient par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide téréphtalique à la température de 40°. Il est cristallin et décomposable par les alcools et par l'ammoniaque. Ce dernier le transforme en *téréphtalamide* $C^{16}H^8Az^2O^4$ qui est amorphe, et qui, traitée par l'acide nitrique, donne la *nitrotéréphtalamide* $C^{16}H^7(AzO^4)Az^2O^4$, cristallisable en beaux prismes. L'acide phosphorique anhydre transforme la téréphtalamide en *téréphtalnitrile* $C^{16}H^4Az^2$, qui peut être envisagé comme du cyanure de phénylène $C^{12}H^4(C^2Az)^2$.

L'acide téréphtalique, traité par un mélange d'acides sulfurique et nitrique, se transforme en *acide nitrotéréphtalique* $C^{16}H^5(AzO^4)O^8$. Cet acide dépose de l'eau bouillante en cristaux mamelonnés. Il est soluble dans l'alcool. Il est bibasique et donne des sels neutres et acides, et des éthers cristallisables.

Les agents réducteurs transforment cet acide en *acide oxytéréphtalamique* $C^{16}H^7AzO^8$, correspondant à l'acide oxybenzamique, et se combinant indifféremment avec les bases et les acides. Il forme des prismes minces d'un jaune-citron. Les éthers de ce dernier acide s'obtiennent par la réduction des éthers nitrotéréphtaliques.

L'acide azoteux transforme l'acide oxytéréphtalamique en une substance blanche, l'*acide oxytéréphtalique* $C^{16}H^6O^{10}$.

ACIDE TÉRÉCHRYSIQUE. $C^{12}H^5O^7,HO$.

L'acide téréchrysique est l'acide qui reste en dernier lieu dans les eaux mères des acides précédents; il cristallise difficilement; sa saveur est aigre et amère; il forme avec la baryte un sel soluble.

ACIDE TÉRÉBENTHILIQUE. $C^{16}H^{10}O^4$.

L'acide térébenthilique s'obtient en faisant passer les vapeurs d'hydrate de térébenthine $C^{20}H^{16},4HO$ sur de la chaux sodée chauffée vers + 400°, puis traitant le produit par l'acide chlorhydrique.

Cet acide est solide, blanc, plus dense que l'eau, d'une légère odeur de bouc. Il fond à 90°, et distille à 250°. Pendant sa distillation, il paraît s'en décomposer une très-petite quantité. Il est presque insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, d'où il se dépose par le refroidissement sous forme d'une poudre blanche composée de petites aiguilles cristallines très-solubles dans l'alcool et l'éther. Par la sublimation, il cristallise en petites lames qui paraissent être des prismes obliques. Sa vapeur est très-âcre et irrite fortement les narines.

La chaux forme, en s'unissant avec cet acide, un sel blanc cristallisant en petites aiguilles soyeuses, qui lui donnent l'aspect du sulfate de quinine, dont il possède la légèreté. Le sel d'argent est très-légèrement soluble dans l'eau bouillante, qui le laisse cristalliser en petite quantité par le refroidissement.

L'oxyde de plomb forme avec lui un sel incristallisable.

Cet acide éthérifie l'alcool avec la plus grande facilité, et produit un éther semblable aux éthers odorants produits par les acides gras volatils. Son odeur rappelle celle de la poire et de l'ananas.

La production de l'acide térébenthilique est accompagnée d'un dégagement assez abondant de gaz, mélange d'hydrogène protocarboné et d'hydrogène libre:

$$C^{20}H^{20}O^{4} = C^{16}H^{10}O^{4} + 2C^{2}H^{4} + H^{2}.$$

Il se forme, en outre, une petite quantité d'hydrate liquide de térébenthine (terpinol), mais ce produit n'est qu'accidentel.

(M. Pérsonne, *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 553.)

Il existe un grand nombre d'essences hydrocarburées, isomères de l'essence de térébenthine. Nous allons les étudier successivement.

En comparant ces huiles essentielles, on en trouve treize, savoir : le térébène, l'essence d'athamanta, de bouleau, de camphre de Bornéo, de wintergreen, de persil, de genièvre, de sabine, de thym, de valériane, etc., qui bouillent à 160°. D'un autre côté, il en est qui bouillent vers 175° : ce sont celles de camomille, de carvi, de citron, d'élémi et de romarin, de templine, auxquelles il faut ajouter l'isotérébenthène. Enfin l'hydrocarbure de l'essence de girofle bout à 143°, ce qui permet d'établir trois séries d'essences isomériques. (M. Church.)

ESSENCE DE CITRON. $C^{10}H^{8}$.

Cette essence présente la plus grande analogie avec l'essence de térébenthine : comme cette dernière, en effet, elle peut donner naissance à un hydrate solide et cristallin, que l'on obtient en traitant l'essence par l'eau et l'acide azotique. Avec l'acide chlorhydrique, elle forme deux camphres, comme l'essence de térébenthine : l'un est solide, l'autre est liquide. Ces deux camphres n'ont pas la même composition que ceux de l'essence de térébenthine ; en effet, 1 équivalent d'acide chlorhydrique est uni dans ces camphres à 1 équivalent d'essence de citron $C^{10}H^{8}$, dont l'équivalent est la moitié de celui de l'essence de térébenthine.

Le camphre solide d'essence de citron cristallise en prismes droits rectangulaires, fusibles à 45° et qui se subliment à 50°. Lorsqu'on le décompose par la chaux, il donne un carbure d'hydrogène, le *citrène*, isomérique avec l'essence de citron. Le citrène bout à 165° et n'agit pas sur la lumière polarisée.

Le camphre liquide donne, lorsqu'on le décompose par la chaux, un carbure d'hydrogène qui bout à 175°, dont la densité est 0,880, et qui a été nommé *citrilène*.

Les deux camphres formés par l'essence de citron n'exercent aucune action sur la lumière polarisée, tandis que l'essence de citron dévie à droite le plan de polarisation. Nous avons vu qu'il n'en est pas de même pour l'essence de térébenthine, qui conserve, dans le camphre solide, le pouvoir rotatoire qu'elle possédait à l'état isolé; dans le camphre liquide, ce pouvoir est un peu affaibli, mais n'est pas détruit. Ces propriétés moléculaires établissent une différence bien tranchée entre les essences de térébenthine et de citron. (M. Biot.)

L'essence de citron donne, par la distillation, deux huiles qui paraissent différentes: l'une, en effet, bout à 160°, et l'autre à 175°.

L'essence brute est ordinairement jaune et trouble; lorsqu'elle est rectifiée, elle est transparente et incolore.

ESSENCE DE CITRUS LUMIA. $C^{20}H^{16}$.

En exprimant l'écorce des fruits du *Citrus lumia*, on obtient une essence de couleur jaune qui, soumise à la distillation, passe en majeure partie de 180° à 190°.

La portion bouillant à 180° est limpide et incolore. Sa densité à 18° est égale à 0,853. Peu soluble dans l'alcool, elle se dissout plus facilement dans l'éther et dans le sulfure de carbone. Sa composition est représentée par la formule $C^{20}H^{16}$. Mélangée à de l'alcool et à de l'acide azotique, elle donne à la longue un hydrate cristallisé.

L'acide chlorhydrique fournit avec elle des combinaisons liquides et cristallisées. Le composé cristallin, doué d'une odeur particulière et fusible à une basse température, constitue un chlorhydrate $C^{20}H^{16},2HCl$.

Cette essence est dextrogyre; la déviation pour la teinte de passage est égale à + 34°.

L'écorce des fruits du *bigaradia* fournit une essence qui paraît identique avec la précédente. (S. de Luca.)

ESSENCE D'ORANGE. $C^{10}H^{8}$.

Cette essence est isomérique avec l'essence de citron. Sa densité est 0,835; elle entre en ébullition à 180°. Elle dévie à droite le plan de la lumière polarisée. Elle peut, comme l'essence de citron, former avec l'acide chlorhydrique deux camphres qui ont la même composition que les camphres de citron. On l'extrait ordinairement par la pression du zeste d'orange.

ESSENCE D'ÉLÉMI. $C^{20}H^{16}$.

Il existe plusieurs variétés de résine élémi, qui diffèrent entre elles par leur consistance et la quantité de matières ligneuses mélangées accidentellement et intimement avec leur substance.

La résine, en effet, est tantôt molle comme un miel épais, tantôt solide et dure, suivant l'intensité de l'altération que le contact de l'air lui a fait subir. De là résulte une grande différence dans les quantités d'essence d'élémi produites par la distillation de la résine.

L'essence d'élémi est incolore, d'une limpidité et d'une fluidité très-grandes, d'une odeur assez agréable. Sa densité à 11° est 0,849. Son indice de réfraction moyen est 1,4719 à 14°. Elle dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière. Son pouvoir rotatoire est de 99°,30. Elle entre en ébullition à 174°, sous la pression de 755^{mm}. Sa densité de vapeur est la même que celle de l'essence de térébenthine, c'est-à-dire 4,84; son équivalent est donc le même que celui de l'essence de térébenthine, et sa formule doit s'écrire $C^{20}H^{16}$.

L'essence d'élémi forme deux camphres, l'un solide et cristallisé, l'autre liquide. Tous les deux ont la même composition et sont isomériques avec les camphres de citron.

La quantité d'acide chlorhydrique qu'absorbe l'essence d'élémi est considérable : elle s'élève à 47,7 pour 100 du poids de l'essence, et, pour obtenir le camphre cristallisé, il faut continuer le courant de gaz jusqu'à ce qu'on ait dépassé de beaucoup le moment où la saturation paraît complète.

La matière est alors liquide, mais le camphre solide se dépose facilement après que l'excès d'acide s'est échappé au contact de l'air. Le pouvoir rotatoire de ce camphre est nul comme celui de son isomère, le camphre de citron.

ESSENCE DE GOMART. $C^{20}H^{16}$.

La résine de gomart se recueille sur un arbre de la famille des térébinthacées, connu aux Antilles sous le nom de *gommier* ou *gomart* (*Bursera gummifera*). Cette résine a une odeur assez agréable. Elle est peu fusible, et se divise dans l'eau bouillante en une multitude de grains visqueux.

Distillée avec de l'eau, elle perd lentement son essence et n'en laisse échapper que 4,7 pour 100 de son poids environ. L'huile obtenue est d'une limpidité parfaite après purification. L'odeur de l'essence de gomart rappelle beaucoup celle de l'essence de térébenthine.

Sa densité de vapeur est égale à 4,70, chiffre voisin de celui que donne l'essence de térébenthine.

La capacité de saturation de l'essence de gomart la rapproche de l'essence de citron. La première de ces huiles, traitée par l'acide chlorhydrique, donne deux produits très-difficiles à séparer. En refroidissant fortement le produit brut, on peut séparer, au moyen de papiers absorbants, un camphre solide, cristallisé en aiguilles soyeuses d'un blanc éclatant. (M. H. Deville.)

Ce dernier constitue un bichlorhydrate.

ESSENCE DE TEMPLINE. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de templine se prépare en distillant avec de l'eau les cônes du sapin (*Abies pectinata*, *DC.*). Son extraction s'opère depuis un temps immémorial dans certaines vallées de la Suisse, notamment dans l'Emmenthal (canton de Berne). Soumise à des distillations fractionnées, elle fournit un produit principal volatil vers 172°, qui est un carbure d'hydrogène isomère de l'essence de térébenthine.

Ce produit est un liquide incolore, qui prend avec le temps une nuance jaune verdâtre caractéristique. Il possède une odeur balsamique analogue à celle de l'essence de citron, et presque identique avec celle de l'isotérébenthène.

Sa densité est égale à 0,856 à + 6° centigrades. Son coefficient moyen de dilatation entre + 30° et 130° est égal à 0,0012 par degré.

Son point d'ébullition est situé à 172°.

L'indice de réfraction de l'essence de templine est égal à 1,467.

L'essence de templine du commerce est lévogyre. Elle dévie la teinte de passage de — 85°,2 et le rayon rouge de — 65°,8, sous la longueur de 100 millimètres. Le rapport de ces deux déviations est égal à $\frac{23,16}{30}$.

Les premières portions obtenues en distillant l'essence de templine dévient la teinte de passage de — 92°,5, sous la longueur de 100 millimètres. Ce nombre diffère notablement du précédent (— 85°,2), et indique que cette essence n'est pas un produit homogène. (M. Berthelot.)

L'essence de templine, abandonnée avec un mélange d'acide azotique et d'alcool, fournit, de même que l'essence de térébenthine, un hydrate cristallisé.

Traitée par l'acide sulfurique, l'essence de templine se modifie comme l'essence de térébenthine et se change en partie en térébène, en partie en carbures polymériques.

L'essence de templine forme avec l'acide chlorhydrique trois composés distincts :

1° Saturée directement par l'acide gazeux, elle donne naissance à un chlorhydrate liquide.

2° Ce liquide renferme une petite quantité de monochlorhydrate cristallisé (camphre artificiel).

3° L'essence de templine, dissoute dans l'alcool ou saturée de gaz chlorhydrique, fournit en abondance du bichlorhydrate cristallisé semblable à celui que produit l'essence de citron dans les mêmes conditions.

L'essence de templine possède au plus haut degré la faculté de détruire les matières colorantes végétales à la manière du chlore.

Une solution bouillante et concentrée d'indigo se décolore immédiatement en présence d'une petite quantité d'essence de templine.

Des bandes de toile colorées avec du sulfure de plomb sont promptement blanchies par la vapeur d'essence de templine à la température ordinaire, soit à la lumière, soit dans l'obscurité.

Le principe colorant des plantes vivantes, celui des pensées, par exemple, est détruit avec rapidité par l'immersion de la fleur dans l'essence de templine. Dans ces conditions, l'iodure de potassium en dissolution brunit, le cyanure jaune se change en cyanure rouge, les sels de protoxyde de fer se suroxydent. En résumé, cette essence présente à un haut degré toutes les actions oxydantes si remarquables que M. Schœnbein a reconnues dans l'essence de térébenthine et dans ses isomères, lorsqu'elle a été préalablement exposée à l'action de l'air sous l'influence de la lumière.

(M. Fluckiger, *Journ. chim. et pharm.*, t. XXIX, p. 38.)

ESSENCE DE MANDARINE. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de mandarine, préparée par expression, possède une légère teinte jaune doré. Elle est limpide et extrêmement mobile. Son odeur est très-suave et différente de celles de citron et d'orange. Elle bout et distille exactement à 178°, presque sans laisser de résidu, dans lequel cependant se trouve la petite quantité de matière qui la colorait en jaune. Le produit distillé est incolore, doué de la même odeur et de la même saveur que l'essence brute. Il est plus léger que l'eau, et sa densité, à la température de 10°, est égale à 0,852.

Cette essence ne paraît contenir aucun composé oxygéné et sa composition est représentée par la formule $C^{20}H^{16}$.

L'essence de mandarine est insoluble dans l'eau, à laquelle elle communique cependant son arome par l'agitation. Elle est soluble dans 10 fois environ son volume d'alcool. En outre, elle se dissout en toutes proportions dans le sulfure de carbone, qui peut être employé avantageusement pour l'extraire. Elle est aussi soluble dans l'éther et dans l'acide acétique cristallisable. Elle dissout l'iode, le brôme, les résines, les huiles, la cire, le phosphore, le soufre et se mêle avec les autres essences.

L'acide sulfurique concentré agissant à froid la colore en rouge, mais cette coloration disparaît par l'addition de l'eau, pour faire place à une teinte jaunâtre, en même temps que le liquide se trouble. A chaud, le même acide la décompose et la carbonise avec dégagement d'acide sulfureux. L'acide azotique ne l'attaque pas à froid, et ne la colore pas en rouge, mais elle acquiert la teinte jaune de l'essence brute. Le même acide, à chaud, l'attaque facilement avec dégagement de vapeurs nitreuses, et il se sépare après ce traitement, par l'addition de l'eau, une matière colorée en jaune, insoluble et presque solide.

Elle absorbe à froid le gaz acide chlorhydrique sec en se colorant en brun; mais l'acide chlorhydrique en solution concentrée, agissant à la température ordinaire sur l'essence, la colore en brun, et donne nais-

sance, après deux ou trois jours de contact, à une matière cristallisée douée d'une odeur particulière, et dont la composition est représentée exactement par la formule $C^{20}H^{16},2HCl$.

Ce composé, résultant de la combinaison directe de l'essence avec l'acide chlorhydrique, et qui représente le bichlorhydrate, est solide, sous la forme de petites lamelles transparentes, fusibles, volatiles, insolubles dans l'eau et solubles dans l'alcool et dans l'éther.

L'essence, mélangée à l'alcool et à l'acide azotique, donne naissance à une matière cristallisée qui constitue probablement un hydrate.

L'essence de mandarine a la propriété remarquable de présenter le phénomène de la diffusion épipolique, découverte par M. Stokes, lorsqu'on la regarde sous certaines incidences de la lumière, absolument comme les solutions de sulfate de quinine, qui présentent sur leurs surfaces une teinte bleue caractéristique. C'est la même coloration que présente non-seulement l'essence de mandarine pure, mais aussi ses solutions alcoolique, acétique, éthérée, etc.

Enfin l'essence de mandarine dévie à droite le plan de polarisation de la lumière. Son pouvoir rotatoire a été trouvé égal à + 111,5°, pour la teinte de passage, d'où l'on déduirait pour le pouvoir rotatoire correspondant au rayon rouge le nombre égal à + 85°,5.

En un mot, ce principe immédiat est défini par la constance de ses propriétés physiques aussi bien que par celle de ses propriétés chimiques. (M. DE LUCA, *Comptes rendus*, t. XLV, p. 904.)

HUILE DE DRYOBALANOPS CAMPHORA.

Cette essence s'obtient en faisant bouillir avec de l'eau les différentes parties de l'arbre (île de Sumatra.)

Elle est visqueuse, rougeâtre, d'une odeur forte et balsamique. Elle dévie le plan de polarisation vers la droite. Soumise à la distillation, elle fournit trois produits : les deux premiers sont liquides, et présentent la même composition centésimale que l'essence de térébenthine $C^{20}H^{16}$; le troisième est une résine.

Le premier est peu abondant. Il bout à 180°, et présente alors une densité de 0,86 à 15°. Il est dextrogyre. Son point d'ébullition n'est pas constant et s'élève jusqu'à 190°; en même temps, la densité augmente et le pouvoir actif diminue. Il se combine avec l'acide chlorhydrique pour donner un chlorhydrate solide $C^{20}H^{16},HCl$, qui, sauf le pouvoir rotatoire, possède les propriétés de celui de l'essence de térébenthine.

Le second produit est un liquide visqueux, un peu soluble dans l'alcool absolu, bouillant à 225°. Il se résinifie rapidement à l'air.

Son point d'ébullition n'est pas constant. Il s'élève graduellement de 255° à 270°; la majeure partie distille à 260°. Sa densité, prise à 20°, s'élève en même temps de 0,90 à 0,921. Le pouvoir rotatoire subit des modifications correspondantes. Les parties les plus volatiles sont faiblement lévogyres. Le sens de la rotation change bientôt, et va croissant

jusque vers 265°. Il diminue ensuite, et le carbure qui passe vers 270° est inactif. Ce carbure fournit un chlorhydrate cristallisé en prismes incolores, doués d'un grand éclat et très-peu solubles dans l'éther. La composition de ce chlorhydrate se représente par la formule $C^{30}H^{24},2HCl$.

Il est peu soluble dans l'alcool et fond à 125°. Ce chlorhydrate, dissous dans l'alcool éthéré, est toujours lévogyre, alors qu'il est le plus souvent préparé avec un carbure dextrogyre ou inactif. L'oxyde de plomb, l'oxyde de mercure, la solution alcoolique de potasse régénèrent l'hydrocarbure avec toutes ses propriétés.

Quant à la résine, elle est rouge et cassante. Elle se ramollit à 100°, et reste liquide à une température supérieure à ce point. Elle est dextrogyre.

HUILE DE CAMPHRE DU LAURUS CAMPHORA.

L'huile de camphre commence à bouillir à 180°, mais la température s'élève à 205° et y reste stationnaire. Ce qui passe à cette température est du camphre. Quant au premier produit, il présente une grande ressemblance avec l'essence de citron, et il fournit un chlorhydrate $C^{20}H^{16},2HCl$, cristallisé en paillettes nacrées, fusible à 42°, et qui paraît moléculairement identique avec le bichlorhydrate d'essence de citron.

L'huile de camphre est donc un mélange de camphre et d'un hydrocarbure $C^{20}H^{16}$.

ESSENCE DE ROMARIN.

L'essence de romarin possède un pouvoir dextrogyre assez élevé. Elle donne par distillation un hydrocarbure bouillant à 165° et lévogyre. Celui-ci fournit un chlorhydrate solide qui paraît identique avec celui de l'essence de térébenthine. Ce carbure absorbe rapidement l'oxygène humide sous l'influence de la lumière solaire, et fournit des cristaux d'hydrate, semblables à ceux qu'on obtient dans les mêmes circonstances avec l'essence de térébenthine.

Lorsque l'action de l'oxygène continue, ces cristaux se changent en un acide brun soluble dans l'eau.

La partie la moins volatile de cette essence bout de 200° à 210°. Soumise à un froid un peu vif, elle dépose du camphre du Japon.

ESSENCE D'ASPIC.

L'essence d'aspic est un mélange semblable au précédent. L'hydrocarbure est moins fluide, il est dextrogyre; il bout à 175°. Il donne naissance par son action sur l'acide chlorhydrique à de petites quantités de chlorhydrate solide, identique avec celui de l'essence de térébenthine. La partie qui distille vers 205° est du camphre du Japon.

ESSENCE DE LAVANDE.

L'essence de lavande a une odeur plus vive et plus suave que celle de l'essence d'aspic. L'hydrocarbure qu'elle contient s'y trouve dans

un état moléculaire semblable à celui que provoque avec tant d'énergie l'action de l'acide sulfurique ou du fluorure de bore sur toutes les modifications isomériques de la molécule $C^{20}H^{16}$. Ainsi son point d'ébullition s'élève vers 210°. Sa densité est plus grande, et son chlorhydrate est liquide.

Cette essence contient en outre de l'acide acétique et très-probablement de l'acide valérique.

L'hydrocarbure de cette essence est toujours lévogyre comme l'essence elle-même. (M. Lallemand.)

ESSENCE DE BASILIC.

Cette essence s'obtient en distillant avec de l'eau les feuilles d'*Ocimum basilicum*.

Abandonnée à elle-même, elle dépose des cristaux d'un hydrate dont la formule est $C^{20}H^{16},6HO$. (MM. Dumas et Peligot.)

ESSENCE DE BOULEAU. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de bouleau est incolore, d'une odeur agréable, d'une densité de 0,847 à 20°. Elle bout à 156°, et se résinifie au contact de l'air.

Cette essence s'extrait par distillation du goudron que l'on obtient en soumettant l'écorce de bouleau à une combustion incomplète.

(M. Sobrero.)

ESSENCE DE LAURIER. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de laurier est liquide, à peu près incolore, d'une odeur suave, d'une densité de 0,864 à 13°. Elle produit avec l'eau un hydrate cristallin qui a pour formule $C^{20}H^{16},6HO$.

On l'extrait, par incision, d'une espèce d'*Ocotea* de la famille des laurinées. (M. Christison.)

ESSENCE DE POIVRE. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de poivre, retirée du *Piper nigrum*, est incolore, d'une densité de 0,864. Elle bout à 167°; la densité de sa vapeur est égale à 4,73. Elle absorbe le gaz acide chlorhydrique et forme un camphre solide. Elle forme un hydrate qui a pour composition $C^{20}H^{16},6HO$.

(MM. Soubeiran et Capitaine.)

ESSENCE DE POIVRE DU JAPON. $C^{20}H^{16}$.

(En distillant avec de l'eau le poivre concassé *Xanthoxylum piperitum*), on recueille une huile volatile et un corps solide cristallisable; l'huile essentielle, séparée des cristaux et convenablement purifiée, bout à 162° et est isomérique de l'essence de térébenthine. Cette essence forme avec l'acide chlorhydrique une combinaison solide et une combinaison liquide.

La partie solide qui accompagne cette essence, la *xanthoxyline*, a pour composition $C^{10}H^{6}O^{4}$, et est fusible à 80°.

(M. Stenhouse, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CIV, p. 236.)

ESSENCE DE MUSCADE. $C^{20}H^{16}$.

Les fleurs de muscade, étant distillées avec de l'eau, donnent une huile essentielle $C^{20}H^{16}$, le *macène*, bouillant à 160°. Sa densité à 17° est 0,8529; son odeur rappelle celle du thym. Elle forme avec l'acide chlorhydrique une combinaison liquide, lévogyre, qui, soumise à la distillation, donne un camphre solide $C^{20}H^{16},HCl$, et un camphre liquide.

Le brôme agit très-énergiquement sur le macène, et forme un liquide oléagineux jaune, décomposable par la distillation, et qui a pour composition, tantôt $C^{20}H^{13}Br^{3}$, tantôt $C^{20}H^{12}Br^{4}$.

(M. Schacht, *Arch. des pharm.*, t. CXII, p. 106.)

ESSENCE DE GENIÈVRE. $C^{20}H^{16}$.

L'essence de genièvre se compose de deux carbures d'hydrogène isomériques : l'un bout à 155°, et l'autre à 205°. Le carbure le plus volatil constitue presque à lui seul l'essence des baies mûres. Cette essence est incolore, peu soluble dans l'alcool, soluble dans l'acide chlorhydrique, avec lequel elle forme un camphre artificiel liquide. Sa densité est 0,839.

L'essence de genièvre dévie à gauche le plan de la lumière polarisée. On l'obtient en distillant avec de l'eau les baies de genévrier.

ESSENCE DE CUBÈBE. $C^{10}H^{8}$.

L'essence de cubèbe est incolore, visqueuse, d'une saveur camphrée, d'une odeur aromatique; elle bout entre 240° et 250°. Sa densité est 0,929. Cette essence contient toujours un hydrate cristallin qui fond à 69° et bout à 150°, température à laquelle il distille sans altération. La composition de cet hydrate est $C^{10}H^{8},HO$. (M. Aubergier.)

L'essence de cubèbe donne, avec le gaz chlorhydrique, un camphre cristallisé, inodore, insipide, qui fond à 131°.

L'acide sulfurique convertit l'essence de cubèbe en un composé isomérique qui a été nommé *cubébène*.

ESSENCE DE COPAHU. $C^{10}H^{8}$.

L'essence de copahu est limpide, d'une densité égale à 0,91; son point d'ébullition est à 245°. Elle dévie à gauche la lumière polarisée.

Cette essence donne, avec l'acide chlorhydrique, un camphre solide $C^{10}H^{8},HCl$, qui cristallise en prismes rectangulaires, raccourcis, inodores, fusibles à 300°. MM. Soubeiran et Capitaine ont obtenu en outre un camphre liquide.

Le camphre solide, distillé avec du sulfure de plomb, donne un produit huileux d'une odeur alliacée.

On se procure l'essence de copahu en distillant le baume de copahu avec de l'eau. (Blanchet.)

ESSENCE DE SABINE.

Les baies de sabine fournissent une essence incolore, fluide, d'une odeur repoussante et d'une saveur résineuse âcre et amère. Sa densité est 0,915.

L'essence de sabine, dissoute dans son poids d'acide sulfurique, et distillée ensuite sur un lait de chaux, donne une huile volatile qui ressemble par son odeur, aussi bien que par ses propriétés, à l'essence de thym. (M. WINCKLER.)

On emploie l'essence de sabine comme diurétique.

ESSENCE D'ATHAMANTA OREOSELINUM. $C^{20}H^{16}$.

Cette essence a une odeur de genièvre; elle bout à 163°. Sa densité est égale à 0,843 (WINCKLER et SCHNEDERMANN). Elle se combine avec le gaz chlorhydrique et forme un camphre liquide qui bout à 190°, et qui a pour formule $C^{20}H^{16},HCl$.

On prépare l'essence d'*Athamanta oreoselinum* en distillant avec de l'eau les feuilles de cette plante. Elle renferme une partie oxygénée, l'*athamantine*, qui sera étudiée plus loin.

Nous placerons à la suite des essences hydrocarburées l'étude du caoutchouc, de la gutta-percha et de leurs dérivés.

CAOUTCHOUC.

HISTORIQUE. — Cette substance, décrite en 1751 par la Condamine, a été étudiée principalement par MM. Faraday et Payen.

MM. Gregory, Bouchardat, Himly et G. Williams ont examiné les produits de la distillation du caoutchouc.

PROPRIÉTÉS. — A 25°, le caoutchouc pur est incolore, transparent, inodore, insipide, mou, flexible, extrêmement élastique et plus léger que l'eau : sa densité est égale à 0,925. Il ne conduit pas l'électricité. Ses surfaces, récemment coupées, se soudent immédiatement entre elles. A la température de 0°, les propriétés physiques du caoutchouc sont profondément modifiées; il se contracte, durcit et perd sa souplesse; il conserve alors ces nouvelles propriétés jusqu'à la température de 40°.

En examinant au microscope une mince lame de caoutchouc, on reconnaît qu'elle est remplie de pores irrégulièrement arrondis, communiquant parfois entre eux, et qui se dilatent sous l'influence des liquides. Ainsi, un morceau de caoutchouc immergé pendant un mois dans l'eau en absorbe environ 26 pour 100.

Le caoutchouc est insoluble dans l'eau et dans l'alcool. A froid, le sulfure de carbone, l'éther, la benzine, l'huile de pétrole, le pénètrent rapidement, le gonflent et le dissolvent en partie.

L'action de ces dissolvants sur le caoutchouc prouve évidemment que ce corps n'est pas un principe unique. On a pu retirer en effet du caoutchouc du commerce, outre de petites quantités d'essence, de substance grasse, d'albumine végétale et de matière colorante :

1° Une partie facilement soluble, ductile et présentant une forte adhésion avec les corps sur lesquels on l'applique;

2° Une autre partie élastique, tenace et peu soluble.

Si l'on fait réagir à l'ébullition les dissolvants que nous venons de citer sur le caoutchouc, ce corps paraît se dissoudre; mais ce que l'on considère généralement comme une dissolution, n'est qu'un mélange formé par l'interposition de la partie qui s'est dissoute dans les pores de la partie insoluble, qui s'est gonflée considérablement et est alors devenue facile à désagréger. C'est en employant une quantité suffisante de dissolvant, renouvelée sans agitation afin de ne pas désagréger la partie gonflée, que l'on est parvenu à séparer les deux principes constituants du caoutchouc.

Les proportions dans lesquelles on trouve ces deux principes varient avec la qualité du caoutchouc et la nature du dissolvant employé : l'éther anhydre extrait du caoutchouc de couleur ambrée 66 pour 100 de substance soluble blanche; l'essence de térébenthine sépare de la variété commune du caoutchouc 49 pour 100 de matière soluble de couleur jaune.

Le meilleur dissolvant du caoutchouc est un mélange de 6 à 8 parties d'alcool absolu et de 100 parties de sulfure de carbone. (M. Payen.)

Le caoutchouc est altéré par les acides sulfurique et azotique concentrés; mais il résiste à l'action du chlore et de la potasse. Lorsqu'on le réduit à 0°, il se durcit fortement et ne reprend sa souplesse primitive que sous l'influence de la chaleur. Si on le chauffe graduellement, il perd sa consistance à 120°, devient visqueux à 155°, et fond à 200° en donnant naissance à une substance huileuse : il paraît, dans ce cas, éprouver une modification isomérique. Mis en contact avec un corps en ignition, il prend feu et brûle avec une flamme fuligineuse.

Quand on soumet le caoutchouc à la distillation, il se transforme en différents carbures d'hydrogène. Le plus volatil de ces hydrogènes carbonés, le *caoutchène*, entre en ébullition à 14°,5; il cristallise à — 15° en aiguilles brillantes qui fondent à — 10°. Le caoutchène est isomérique avec le gaz oléifiant. La partie la moins volatile des produits de la distillation du caoutchouc contient un autre carbure d'hydrogène également isomérique avec le gaz oléifiant, et qui a été nommé *hévéène*. Ce carbure bout à 351° et ne se solidifie pas par le froid. (M. Bouchardat.)

Les produits intermédiaires, dont le point d'ébullition varie entre 33° et 315°, paraissent avoir la composition de l'essence de térébenthine. On a pu en retirer deux carbures d'hydrogène bouillant, l'un à 38°, l'*isoprène*, et l'autre à 171°, et qui a reçu le nom de *caoutchine*.

Ces carbures d'hydrogène sont éminemment propres à la dissolution du caoutchouc.

État naturel. — Extraction. — Le caoutchouc existe dans le suc laiteux de l'*Hevea guianensis*, du *Ficus elastica*, du *Jatropha elastica*, de l'ortie, des euphorbes, des asclépias, du pavot et de la laitue.

Au Brésil, à la Guyane et à Java, pour se procurer le caoutchouc, on pratique au tronc des arbres des incisions transversales par lesquelles s'écoule un suc laiteux qui tient en suspension 31 pour 100 de caoutchouc. Ce suc est appliqué sur de petites bouteilles d'argile, servant de moules et qui ont la forme de poires. On fait ordinairement sécher ces moules à un feu de branchages dont la fumée les colore, puis on les brise; le caoutchouc qui reste conserve la forme de poires. On l'expédie en cet état ou bien après l'avoir tatoué de divers dessins.

En Europe, on rencontre souvent aussi le caoutchouc sous la forme de plaques épaisses. Depuis quelque temps on envoie dans nos contrées le suc naturel : en soumettant ce suc à l'ébullition, l'albumine qu'il contient se coagule et entraîne le caoutchouc.

Pour obtenir le caoutchouc pur, il faut étendre le suc naturel qui le renferme de 4 fois son poids d'eau, et abandonner le tout au repos pendant vingt-quatre heures. Le caoutchouc se sépare et vient nager à la surface de la liqueur sous la forme de crème. On l'enlève, et, après l'avoir mis en suspension dans de nouvelle eau, on le laisse se rassembler encore à la surface. En répétant cette opération jusqu'à ce que l'eau de lavage soit parfaitement limpide, on purifie à peu près complétement le caoutchouc. Il suffit alors, pour absorber l'eau dont il est imprégné, de l'étaler sur une plaque de porcelaine dégourdie, et de le comprimer ensuite à l'aide d'une presse. (M. Faraday.)

Usages. — Les usages du caoutchouc sont nombreux, et chaque jour une application nouvelle de cette substance à l'industrie donne au caoutchouc une importance plus considérable :

En 1852, on a consommé en France	362 700 kil. de caoutchouc,		valant	1 888 000 fr.
En 1855	—	400 000	—	2 500 000 fr.

(M. Payen.)

Le caoutchouc sert à effacer les traces de crayon sur le papier; il entre dans la composition de la *glu marine*, mélange remarquable par la forte adhésion qu'il détermine entre les pièces de bois contre lesquelles on l'applique.

La glu marine est une dissolution de caoutchouc dans l'huile essentielle de goudron, à laquelle on ajoute de la gomme laque. On l'emploie à une température de 120° environ, pour la construction de mâts d'assemblage, pour réparer les cassures faites à la mer dans la mâture, les vergues, etc.

Le caoutchouc sert à préparer les tubes si fréquemment employés dans les laboratoires de chimie. On en fabrique certains instruments de chirurgie qui exigent de la souplesse et de la flexibilité; mais son principal usage consiste dans la préparation des draps imperméables, des chaussures, des bretelles et des autres objets d'habillement qui demandent de l'élasticité.

Les dissolvants dont on fait usage dans les arts pour dissoudre le caoutchouc sont : l'éther, le sulfure de carbone, l'huile de goudron de houille, divers carbures d'hydrogène, et particulièrement ceux qui proviennent de la distillation même du caoutchouc ; le liquide employé généralement est l'essence de térébenthine bien rectifiée.

Caoutchouc volcanisé. — On se sert beaucoup dans les arts du caoutchouc sulfuré, que l'on désigne généralement sous le nom de *caoutchouc volcanisé.*

Le caoutchouc acquiert par cette sulfuration des propriétés qui le rendent précieux pour l'industrie. Ainsi, tandis que le caoutchouc ordinaire durcit à mesure que la température s'abaisse au-dessous de 0°, ou se ramollit par l'action d'une chaleur de 30°, le caoutchouc volcanisé reste parfaitement flexible malgré le froid, et n'acquiert pas même à 50° cette mollesse qui oblige à restreindre les usages du caoutchouc pur. De plus, il ne présente aucune adhérence avec les corps sur lesquels on l'applique.

Il résulte d'expériences nombreuses, exécutées dans le but de connaître les conditions indispensables à la volcanisation du caoutchouc et la nature des produits de cette opération :

1° Que le caoutchouc plongé dans le soufre maintenu à 115° absorbe par capillarité 15 centièmes de son poids de soufre, sans que ses propriétés se modifient.

2° Que la sulfuration exige pour s'effectuer une température de 150° environ, soutenue seulement pendant quelques minutes, car l'action de la chaleur, en se prolongeant, détermine l'absorption d'une plus grande quantité de soufre, qui rend le caoutchouc dur et fragile.

3° Que pendant la réaction du soufre sur le caoutchouc, il se dégage constamment de l'hydrogène sulfuré sans que la composition du caoutchouc paraisse changer notablement.

4° Que le caoutchouc sulfuré convenablement retient seulement 1 à 2 centièmes de son poids de soufre en combinaison. Le reste de ce qui est absorbé, c'est-à-dire 15 ou 20 centièmes, se trouvant interposé dans les pores et pouvant être extrait, soit à l'aide de dissolvants tels que l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, etc., soit par une action mécanique, comme le frottement, les extensions et contractions alternatives.

C'est à la présence de ce soufre interposé qu'on doit attribuer les altérations que subit le caoutchouc volcanisé lorsqu'on le chauffe au-dessus de 120°, ou bien lorsqu'on le laisse longtemps en contact avec certains métaux, tels que l'argent, le plomb, l'or, etc. Sous l'influence de la chaleur, le soufre, existant à l'état libre, se combine avec le caoutchouc et le rend cassant ; les métaux, de leur côté, se sulfurent, et diminuent ainsi les proportions de soufre qui entrent dans la composition d'un caoutchouc volcanisé de bonne qualité.

Du reste, la combinaison du soufre interposé et du caoutchouc s'ef-

fectue lentement à la température ordinaire; aussi le caoutchouc volcanisé répand-il toujours une odeur d'hydrogène sulfuré, et acquiert-il à la longue une rigidité et une fragilité assez grandes. (M. PAYEN.)

Nous examinerons maintenant les diverses méthodes par lesquelles on sulfure le caoutchouc.

Un des procédés les plus simples consiste à plonger dans du soufre chauffé à 112°, des lames de caoutchouc jusqu'à ce qu'elles aient absorbé une quantité de soufre correspondant au $\frac{1}{15}$ environ de leur poids, puis à élever et à maintenir pendant quelque temps à 150° la température du caoutchouc.

On peut aussi porter à 150° un mélange de fleurs de soufre et de caoutchouc, et maintenir cette température jusqu'à ce que la sulfuration soit complète.

Lorsqu'on immerge le caoutchouc dans un mélange formé de 100 parties de sulfure de carbone et de 2,5 parties de protochlorure de soufre, le liquide pénètre dans les pores du caoutchouc, le gonfle, y dépose du soufre provenant de la décomposition du chlorure, qui opère alors la volcanisation. En retirant ensuite le caoutchouc du mélange sulfureux et en le plongeant dans l'eau pour décomposer le chlorure qui reste à la surface, on empêche une sulfuration trop forte des parties externes, qui deviendraient cassantes sans cette précaution.

Le polysulfure de calcium s'emploie également à différents états pour opérer la sulfuration du caoutchouc :

1° On se sert d'une dissolution de polysulfure de calcium marquant 25° à l'aréomètre Baumé, et que l'on maintient en vase clos à la température de 140°, après y avoir plongé les objets de caoutchouc déjà confectionnés. Au bout de trois heures d'immersion, le caoutchouc est retiré, lavé avec une eau alcaline d'une densité égale à 6°, puis avec de l'eau pure. En opérant ainsi, on arrive toujours à une sulfuration convenable.

2° Le caoutchouc, réduit en lames rugueuses, est saupoudré avec un mélange formé de 4 parties de fleurs de soufre et de 50 parties de chaux éteinte. On le fait ensuite passer entre des cylindres écraseurs qui l'incorporent intimement avec les matières pulvérulentes, puis on le travaille par les procédés usuels. Lorsque les objets tels que les tubes, les lames, les étoffes, etc., sont confectionnés, il suffit, pour en effectuer la sulfuration, de les tenir plongés pendant une heure dans la vapeur d'eau. La superficie, perdant du sulfure de calcium par l'espèce de lavage qu'elle subit, ne se trouve pas plus sulfurée que cela n'est nécessaire, et présente alors une souplesse que l'on conserve difficilement par les divers modes de sulfuration que nous avons décrits précédemment.

TRAITEMENT INDUSTRIEL DU CAOUTCHOUC.

Nous donnons ici le résumé des principales transformations que subit le caoutchouc brut pour être converti en feuilles, en lames, et en étoffes.

Les détails de ce traitement nous ont été fournis par l'excellent *Précis de chimie industrielle* publié par M. Payen.

Les lames et les bouteilles de caoutchouc, suffisamment amollies par une immersion dans de l'eau à 40°, sont réduites en fragments que l'on convertit, à l'aide de la chaleur et d'une pression suffisante, en *pains* ou *blocs*.

Ces blocs ainsi obtenus servent à préparer tous les objets de caoutchouc.

Feuilles de caoutchouc. — Pour obtenir des feuilles de caoutchouc, on peut soumettre un bloc à l'action d'un couteau mécanique, ou bien le faire passer entre les cylindres échauffés d'un laminoir : le premier procédé donne des lames épaisses; le second procédé, des feuilles minces de caoutchouc.

Les feuilles minces de caoutchouc sont éminemment propres à la confection des pâtes et des dissolutions de caoutchouc. Il ne faut, en effet, que les réduire en fragments et les broyer sous des cylindres, après les avoir plongés pendant vingt-quatre heures dans deux ou trois fois leur poids d'essence de térébenthine, pour les convertir, soit en une pâte convenable pour souder le caoutchouc, soit en une solution qui sert à préparer les tissus imperméables.

Tissus imperméables. — Le caoutchouc s'applique sur les tissus par deux méthodes différentes :

La première méthode consiste à étendre successivement sur l'étoffe des couches de caoutchouc pâteux, en ayant soin de n'appliquer chacune d'elles que quand celle qui précède est complétement sèche.

La seconde méthode consiste à placer une feuille peu épaisse de caoutchouc entre deux tissus, et à soumettre le tout à l'action d'un laminoir. Cette dernière méthode présente, sur la première, l'avantage de fournir des tissus imperméables qui n'ont pas l'odeur désagréable que les dissolvants employés dans la préparation des pâtes de caoutchouc communiquent aux objets caoutchoutés.

Feuilles de caoutchouc portant l'empreinte d'étoffes. — Cette fabrication toute nouvelle est fort simple. Le caoutchouc, réduit en pâte, mêlé de soufre et coloré, est engagé dans un laminoir d'où il sort en feuilles minces qui s'enroulent dans un tube de tôle. On interpose entre chaque tour de la feuille de caoutchouc un tissu damassé ou rayé, selon le dessin que l'on veut obtenir. Les cylindres de tôle, maintenus par une enveloppe de toile lacée, sont fortement serrés et chauffés à 135°. Le caoutchouc se gonfle, se volcanise, et garde ensuite par le refroidissement l'empreinte du tissu interposé, ce qui lui donne l'aspect d'une étoffe.

Caoutchouc durci. — On peut, en mélangeant le caoutchouc avec du brai sec, du soufre et de la magnésie, lui communiquer une dureté qui permet de le tailler en forme de peignes, de baleines, etc. Les divers objets que l'on fabrique ainsi n'ont peut-être pas la flexibilité de la corne et des fanons de baleine, mais leur homogénéité parfaite les rend moins

cassants : ils présentent l'inconvénient grave de développer une odeur très-désagréable quand on les frotte.

Fils de caoutchouc. — Lorsqu'on veut obtenir des fils de caoutchouc, on découpe à l'emporte-pièce une lame de 1 à 2 centimètres d'épaisseur en disques de 8 centimètres de diamètre; puis, à l'aide d'un couteau mécanique, on transforme ces disques en spirales ou rubans, que l'on volcanise à froid par immersion. Les spirales volcanisées sont ensuite présentées à une machine qui, à l'aide de cinq ou six paires de ciseaux, les divise en autant de fils.

La fabrication des fils cylindriques de caoutchouc est très-simple. Le caoutchouc pâteux est introduit dans un appareil assez semblable à une presse à vermicelle, où, par une forte pression, on le force à sortir en fils déliés, qui se rendent séparément d'abord sur une toile sans fin saupoudrée de talc pour éviter l'adhérence, et ensuite dans des vases cylindriques animés d'un mouvement de rotation qui détermine les fils à s'enrouler en hélice.

Le long parcours qu'est obligé de faire chaque fil sur la toile favorise l'évaporation des dissolvants dont il est imprégné, de sorte qu'il arrive complétement desséché dans le récipient cylindrique destiné à le recevoir.

50 kilogrammes de caoutchouc pâteux peuvent fournir par ce traitement 120 000 mètres de fil cylindrique.

Pour augmenter la finesse de ces fils, on doit les enrouler sur un dévidoir, en les amenant, par une traction convenable, à occuper six fois leur longueur première, et les chauffer ensuite à la température de 150°; le refroidissement ne les contracte plus.

ISOPRÈNE ET CAOUTCHINE.

Les deux principaux hydrocarbures résultant de la distillation sèche du caoutchouc ont la même composition centésimale et sont des isomères de l'essence de térébenthine ; mais la détermination de leur densité de vapeur a fait voir que la molécule de la caoutchine pèse deux fois autant que la molécule de l'isoprène.

L'*isoprène* est un liquide bouillant entre 37° et 38°, dont la densité est égale à 0,6823 à 20°, et dont la composition s'exprime par la formule $C^{10}H^{8}$ pour 4 volumes de vapeur. Sa densité de vapeur est égale à 2,40.

Exposé à l'air pendant quelques mois et soumis ensuite à la distillation, il donne comme résidu dans la cornue une substance solide, blanche, amorphe, à laquelle M. G. Williams assigne la formule $C^{16}H^{12}O$.

La *caoutchine*, $C^{20}H^{16}$, est un liquide bouillant à 171° et ne se concrétant pas encore à — 30°.

Sa densité est 0,842, et sa densité de vapeur est, 4,461. Elle tache le papier, est presque insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et l'essence de térébenthine.

Le chlore et le brôme attaquent la caoutchine.

En traitant la caoutchine ou son isomère, l'essence de térébenthine, tour à tour par le brôme et par le sodium, on peut lui enlever 2 équivalents d'hydrogène et la transformer en cymène $C^{20}H^{14}$.

Le cymène obtenu de cette manière, soit avec la caoutchine, soit avec l'essence de térébenthine, fournit de l'acide insolinique par l'action du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique change la caoutchine presque entièrement en une huile épaisse, ressemblant à l'hévéène, tandis qu'il se produit en même temps une très-petite quantité d'un acide sulfoconjugué qui, suivant un dosage de la chaux dans le sel de chaux correspondant, paraît renfermer $C^{20}H^{16}S^{2}O^{6}$. (M. Greville Williams.)

La caoutchine se combine facilement avec les acides chlorhydrique et bromhydrique.

Le chlorhydrate de caoutchine est représenté par la même formule que le camphre artificiel solide de l'essence de térébenthine.

(M. Himly.)

GUTTA-PERCHA.

On trouve, depuis un certain nombre d'années, dans le commerce, une substance venant de Chine et de Bornéo, que l'on désigne sous le nom de *gutta-percha*, et qui offre une certaine analogie avec le caoutchouc. Elle est contenue dans la séve descendante de l'*Isonandra percha*.

La gutta-percha ressemble souvent à des rognures de cuir ou à de la corne. Elle est blanchâtre, dure, tenace, flexible et poreuse. Elle conduit mal l'électricité. Sa densité est égale à 0,979.

Sous l'effort d'une traction qui peut doubler sa longueur, la gutta-percha prend une texture fibreuse; devenue alors peu extensible, elle résiste facilement à des secousses qui l'auraient rompue dans son état primitif.

Lorsqu'on chauffe la gutta-percha, elle s'amollit et acquiert de l'élasticité : on peut en quelque sorte la pétrir dans l'eau bouillante. Soumise à la distillation, elle se décompose en donnant des huiles qui sont très-inflammables.

La gutta-percha est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther anhydres. Elle se dissout en petite quantité dans l'huile d'olive bouillante qui la dépose par le refroidissement. La benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme et l'essence de térébenthine la dissolvent aisément à chaud. Elle résiste à l'action des dissolutions alcalines, de l'acide chlorhydrique et de l'acide fluorhydrique; aussi peut-on conserver ce dernier acide dans des flacons de gutta-percha.

(M. Staedeler.)

L'acide sulfurique concentré la charbonne; l'acide azotique la convertit en une matière résineuse jaune.

L'acide chlorhydrique attaque la gutta-percha et produit un corps renfermant du chlore. (M. de Baumhauer.)

La gutta-percha contient, outre de petites quantités de matières étrangères, trois principes immédiats que l'on peut séparer à l'aide de l'alcool absolu et bouillant :

1° La partie non dissoute par l'alcool, et dont la proportion varie de 75 à 80 pour 100, constitue la *gutta* pure. Cette substance est blanche, opaque, élastique, fusible vers 100°, soluble dans la benzine, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine; insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

2° L'extrait alcoolique de gutta-percha dépose par le refroidissement des cristaux mamelonnés qui, traités à froid par l'alcool, cèdent à ce dissolvant une résine (*fluavile*) jaunâtre, diaphane, cassante, plus dense que l'eau, fusible à 50°, soluble à froid dans l'éther, l'essence de térébenthine, le chloroforme, la benzine, inattaquable par les acides affaiblis et les dissolutions alcalines étendues.

3° La résine blanche (*albane*), qui forme le résidu, est cristallisable, fusible à 160°, très-soluble dans l'alcool absolu, l'essence de térébenthine, le sulfure de carbone et le chloroforme. Elle se rapproche de la bréane par plusieurs de ses caractères. (M. Payen.)

Pour purifier la gutta-percha, M. de Baumhauer recommande de la traiter d'abord par l'eau et l'acide chlorhydrique, et de la dissoudre ensuite dans de l'éther bouillant; la gutta-percha s'en sépare par le refroidissement. Elle s'obtient ainsi à l'état d'une poudre fine et blanche, se soudant à 100° et fondant à 150°.

La gutta-percha en poudre est très-oxydable à l'air et devient alors soluble dans l'éther froid. Elle a pour composition $C^{20}H^{16}$, et donne, en s'oxydant, des produits ayant pour composition $C^{20}H^{16}O$ et $C^{20}H^{16}O^{2}$.

(M. de Baumhauer, *Journ. für pract. Chem.*, t. LXXVIII, p. 277.)

La même chose arrive avec la gutta-percha compacte, mais seulement après un temps beaucoup plus long; elle peut absorber jusqu'à 20 pour 100 d'oxygène, et est alors très-cassante, soluble en partie dans l'alcool, en partie dans l'éther.

La gutta-percha arrivant de la Chine n'est ordinairement employée qu'après avoir subi l'épuration suivante.

On râpe d'abord la gutta brute dans l'eau froide, qui enlève les sels solubles, la majeure partie des matières organiques et terreuses avec lesquelles cette substance est toujours mélangée, puis on achève le lavage dans une série de grands bassins remplis d'eau tiède. Le résidu est ensuite maintenu à la température de 110° environ pour le réduire en une seule masse, et chasser les dernières traces d'eau qui, en s'interposant entre les molécules de gutta-percha, empêcheraient l'adhérence de ses parties et compromettraient la résistance de ses soudures.

Ainsi épurée et chauffée, la gutta-percha est assez molle, adhésive, susceptible de s'étirer en tubes de tous diamètres, de se laminer en feuilles ou courroies de toute épaisseur.

Pour blanchir la gutta-percha, on peut suivre un procédé particulier

qui consiste à la dissoudre dans 20 fois son poids de benzine et d'y ajouter du plâtre de bonne qualité, en agitant le mélange de temps en temps; au bout de deux jours tout le plâtre s'est déposé en entraînant les impuretés insolubles dans la benzine. La liqueur limpide, décantée, est ensuite agitée avec de l'alcool fort, et la gutta-percha se précipite alors sous forme d'une masse pâteuse blanche.

On en fabrique ordinairement des manches de fouet, des cravaches, des objets d'ornementation, etc.

La gutta-percha s'altère spontanément, dégage une odeur piquante et devient très-friable. Cette modification est souvent cause de la rupture des instruments de gutta-percha. (M. Payen.)

ESSENCES OXYGÉNÉES.

Ces essences sont constituées en grande partie par des hydrures d'acides, c'est-à-dire par des aldéhydes, et ont déjà été étudiées, comme l'essence d'amandes amères (hydrure de benzoyle), sur laquelle nous ne reviendrons pas, non plus que sur les essences de cannelle (hydrure de cinnamyle) et de cumin (hydrure de cuminyle).

Quelques essences oxygénées, comme l'essence de cajeput, sont constituées par des hydrates d'hydrocarbures comparables aux hydrates d'essence de térébenthine.

ESSENCE D'ANIS CONCRÈTE. $C^{20}H^{12}O^2$.

L'essence d'anis brute contient deux substances différentes : l'une est liquide et présente la composition de l'essence de térébenthine; l'autre est solide et oxygénée, c'est l'essence d'anis concrète.

Cette essence est blanche, fusible à 18°; elle entre en ébullition à 224° et distille sans décomposition.

Le chlore attaque l'essence d'anis concrète, et produit une série de corps chlorés parmi lesquels se trouve le *chloranisal* $C^{20}H^9Cl^3O^2$.

Lorsqu'on fait agir le brôme sur l'essence d'anis concrète, on donne naissance à un composé cristallisable, le *bromanisol* $C^{20}H^9Br^3O^2$, dans lequel il y a eu substitution de 3 équivalents d'hydrogène par 3 équivalents de brôme. Le bromanisal est incolore, inodore, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther.

L'acide chlorhydrique gazeux réagit sur l'essence d'anis concrète en donnant naissance à une combinaison particulière qui a pour formule $C^{20}H^{12}O^2,HCl$.

L'acide sulfurique, l'acide phosphorique, certains chlorures anhydres, transforment l'essence d'anis en un composé isomérique, l'*anisoïne*.

(M. Cahours.)

L'action de l'acide azotique sur l'essence d'anis présente un grand intérêt; les produits qui en résultent ont été examinés par M. Cahours.

En traitant l'essence d'anis par l'acide azotique étendu, il se forme

une substance brune, liquide, nommée *hydrure d'anisyle*, et qui a pour formule $C^{16}H^{8}O^{4}$. Ce corps, ainsi que ses dérivés, a déjà été traité.

Si l'acide azotique est plus concentré, il se forme successivement de l'*acide anisique*, de l'*acide nitranisique* et une petite quantité de *nitraniside* $C^{20}H^{6}(AzO^{4})^{2}O^{2}$.

L'essence d'anis, chauffée à 224°, en présence de la chaux potassée, dans un tube de verre scellé à la lampe, se convertit en un acide nouveau, qui paraît être isomérique avec l'acide cuminique. (GERHARDT.)

Pour obtenir l'essence d'anis concrète, on comprime l'essence brute dans des doubles de papier, et l'on purifie ensuite le résidu provenant de la compression, par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

ANISOÏNE. $C^{20}H^{12}O^{2}$.

Cette substance est isomérique avec l'essence d'anis. Elle est solide, blanche, inodore, fusible à une température supérieure à 100°, plus pesante que l'eau, insoluble dans ce liquide, à peine soluble dans l'alcool, même à chaud, plus soluble dans l'éther et dans les huiles volatiles. Elle cristallise par l'évaporation spontanée de sa dissolution éthérée; elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré en communiquant à la liqueur une coloration d'un brun rouge.

Pour obtenir l'anisoïne, on mélange de l'essence d'anis avec du bichlorure d'étain; il se forme une matière gluante qui, traitée par l'eau, abandonne de l'anisoïne.

On peut également agiter l'essence d'anis avec une petite quantité d'acide sulfurique, et décomposer par l'eau le produit de la réaction.

Si, dans la préparation précédente, on emploie un excès d'acide sulfurique, on donne naissance à un acide double particulier qui a reçu le nom d'*acide sulfodraconique*. (M. CAHOURS.)

ESSENCE DE REINE-DES-PRÉS OU HYDRURE DE SALICYLE.

$C^{14}H^{6}O^{4} = C^{14}H^{5}O^{4},H.$

L'hydrure de salicyle est aussi connu sous les noms d'*acide salicyleux*, d'*acide spiroyleux*, d'*huile de fleurs de reine-des-prés*, etc.; il a été extrait en 1831 par Pagentescher des fleurs de reine-des-prés, et reproduit artificiellement par M. Piria, en traitant la salicine par un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse.

MM. Dumas et Ettling ont, les premiers, démontré l'identité de l'hydrure de salicyle avec l'huile de fleurs de reine-des-prés.

PROPRIÉTÉS. — L'hydrure de salicyle est liquide, incolore, et d'une odeur qui rappelle celle des amandes amères; sa saveur est âcre et brûlante; il tache la peau en jaune : ces taches disparaissent rapidement à l'air. Sa densité à 13° est égale à 1,173 ; il bout à 196°. La densité de sa vapeur est 4,276. Il est inflammable et brûle avec une flamme fuligineuse. Il se solidifie lorsqu'on l'expose à un froid de — 20°. L'hydrure de salicyle ne rougit pas le tournesol ; il colore en violet les sels de fer

au maximum; il est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Les dissolutions d'hydrure de salicyle n'exercent aucune action sur la lumière polarisée.

Le chlore attaque vivement l'hydrure de salicyle et produit un *chlorure de salicyle* $C^{14}H^5O^4,Cl$ qui est solide et cristallisable (Lœwig). On obtient un *chlorure de salicyle* liquide, en faisant réagir le perchlorure de phosphore sur le salicylate de méthyle. (Gerhardt.)

L'action prolongée du chlore sur l'hydrure de salicyle donne un acide particulier, de couleur rouge, qui forme des sels rouges avec les alcalis et les bases alcalino-terreuses. (M. Lœwig.)

L'hydrure de salicyle est attaqué par le chlorure d'acétyle, et l'on obtient une substance cristallisée insoluble dans les alcalis étendus ou concentrés. Insoluble dans l'eau, ce composé se dissout peu dans l'alcool froid, mais beaucoup mieux dans l'alcool bouillant, qui le dépose en belles aiguilles par le refroidissement.

Ce corps est de l'*acétosalicyle* $C^{18}H^8O^6=C^{14}H^5O^4,C^4H^3O^2$; il est attaqué par le chlore, le brôme et l'acide nitrique, en donnant des produits de substitution.

Les chlorures de cumyle, d'anisyle et de succinyle, se comportent comme le chlorure d'acétyle, en donnant du *cumosalicyle*, de l'*anisosalicyle* et du *succinosalicyle*.

Le brôme convertit l'hydrure de salicyle en *bromure de salicyle* $C^{14}H^5O^4,Br$.

Quand on distille un mélange d'iodure de potassium et d'hydrure de salicyle, il se sublime un corps brun qui paraît être l'iodure de salicyle. (M. Lœwig.)

L'hydrure de salicyle peut être considéré comme produit par la combinaison d'un équivalent d'hydrogène avec un radical hypothétique, le *salicyle* $C^{14}H^5O^4$, qui, en présence des bases, abandonne l'hydrogène avec lequel il est uni, pour former des salicylures :

$$C^{14}H^5O^4,H + MO = HO + M,C^{14}H^5O^4.$$

On peut l'envisager encore comme un *acide salicyleux* $C^{14}H^5O^3,HO$ qui, en présence des bases, perd 1 équivalent d'eau comme les acides hydratés, et forme des salicylites ou salicylures :

$$C^{14}H^5O^3,HO + MO = HO + MO,C^{14}H^5O^3.$$

En un mot, il constitue un véritable aldéhyde.

L'acide salicyleux (hydrure de salicyle) décompose à froid les carbonates alcalins. Plusieurs salicylites cristallisent facilement. Ce sont :

Le salicylite neutre de potasse.....	$KO,C^{14}H^5O^3 + 2HO$.
Le salicylite acide de potasse..... ..	$KO,HO,(C^{14}H^5O^3)^2$.
Le salicylite neutre de soude.....	»
Le salicylite acide de soude.....	$NaO,HO,(C^{14}H^5O^3)^2$.
Le salicylite neutre d'ammoniaque.....	$AzH^4O,C^{14}H^5O^3$.
Le salicylite neutre de baryte.....	$BaO,C^{14}H^5O^3 + 2HO$.
Le salicylite neutre de plomb.....	»
Le salicylite basique de plomb.....	$(PbO)^2,C^{14}H^5O^3$.
Le salicylite neutre de cuivre.	$CuO,C^{14}H^5O^3$.

Le chlorure de cyanogène réagit sur le salicylite de potasse en donnant du *cyanure de salicyle* $C^{14}H^5O^4,Cy$, corps doué de propriétés basiques faibles, et qui est isomérique avec l'isatine, $C^{16}H^5AzO^4$.

La plupart des salicylites s'altèrent au contact de l'air humide : ils absorbent de l'oxygène, se colorent en brun, puis en noir, et dégagent une odeur de rose très-prononcée. De tous les salicylites, celui de potasse se décompose le plus rapidement : il donne de l'acétate de potasse et un acide nouveau, l'*acide mélanique*, qui a pour formule $C^{20}H^8O^{10}$. (M. Piria.)

Cette réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{2(KO,C^{14}H^5O^3)}_{\text{Salicylite de potasse.}} + O^6 + 4HO = 2(KO,C^4H^3O^3) + \underbrace{C^{20}H^8O^{10}}_{\text{Acide mélanique.}}.$$

L'acide mélanique présente l'aspect du noir de fumée; il est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther et les dissolutions alcalines.

Les salicylites alcalins produisent, avec l'acide sulfureux, des combinaisons cristallisables. Les mêmes composés se forment par l'action des bisulfites alcalins sur l'hydrure de salicyle. Ces composés sont analogues à ceux que forme l'aldéhyde avec les bisulfites.

(M. Bertagnini, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. LXXXV, p. 193.)

Le salicylite de cuivre, soumis à la distillation, donne un corps cristallin, le *parasalicyle* $C^{28}H^{10}O^6$. (M. Ettling.)

Il est à remarquer que l'acide salicyleux (hydrure de salicyle) $C^{14}H^6O^4$ est isomérique avec l'acide benzoïque hydraté $C^{14}H^5O^3,HO$, et qu'il possède la même densité de vapeur.

L'acide salicyleux produit avec le gaz ammoniac un composé nommé *salhydramide*, qui a pour formule $C^{42}H^{18}Az^2O^6$.

L'acide azotique réagit également sur l'acide salicyleux et donne un *acide nitrosalicyleux* $C^{14}H^4(AzO^4)O^3,HO$.

Préparation. — L'huile que l'on retire des fleurs de reine-des-prés (*Spiræa ulmaria*) ne préexiste pas dans la fleur; elle paraît prendre naissance au moment même de la distillation. En distillant les fleurs, on obtient un mélange d'hydrure de salicyle, d'un carbure d'hydrogène isomérique avec l'essence de térébenthine et d'une substance analogue au camphre ; en agitant ce mélange et en le distillant de nouveau, l'hydrure reste en combinaison avec l'alcali, tandis que les deux autres huiles passent à la distillation. On isole ensuite l'hydrure au moyen de l'acide sulfurique.

Lorsqu'on veut obtenir de grandes quantités d'hydrure de salicyle, il vaut mieux préparer ce corps avec la salicine. On mêle intimement 3 parties de bichromate de potasse et 3 parties de salicine. Ce mélange est introduit dans une cornue où l'on verse successivement 24 parties

d'eau et 4,5 parties d'acide sulfurique étendu de 12 parties d'eau, en ayant soin d'agiter la cornue après chaque addition. La réaction commence à froid et s'achève dans l'espace de trois quarts d'heure. Lorsqu'elle paraît terminée, on fait communiquer la cornue avec un récipient bien refroidi et on la chauffe modérément : il distille alors de l'eau, de l'acide formique et une huile rougeâtre qui est l'hydrure de salicyle. L'opération doit être arrêtée dès que le liquide passant à la distillation cesse d'être opalin. L'hydrure de salicyle est enlevé au moyen d'une pipette, mis en contact pendant vingt-quatre heures avec du chlorure de calcium fondu et soumis à une dernière distillation. (M. Piria.)

SALHYDRAMIDE. $C^{42}H^{18}Az^2O^6$.

L'action du gaz ammoniac sec sur l'hydrure de salicyle donne la *salhydramide* $C^{42}H^{18}Az^2O^6$, aussi appelée *salicylimide* ou *spirimide*. Ce corps se forme en vertu de l'équation :

$$\underbrace{3(C^{14}H^5O^4,H)}_{\text{Hydrure de salicyle.}} + 2AzH^3 = \underbrace{C^{42}H^{18}Az^2O^6}_{\text{Salhydramide.}} + 6HO.$$

La salhydramide cristallise en prismes brillants, d'un jaune d'or. Elle est fusible, soluble dans l'alcool et insoluble dans l'eau. Elle forme, avec le chlore et le brôme, deux composés particuliers, la *salhydramide trichlorée* $C^{42}H^{15}Cl^3Az^2O^6$, et la *salhydramide tribromée* $C^{42}H^{15}Br^3Az^2O^6$. Elle se combine avec l'oxyde de cuivre, et donne une liqueur vert-émeraude qui laisse déposer des lamelles brillantes de même couleur.

Il existe encore des combinaisons de salhydramide avec l'oxyde de plomb et le sesquioxyde de fer.

L'hydrogène sulfuré agit sur la salhydramide : il se produit un composé pulvérulent, le *thiosalicol*, qui a pour formule $C^{14}H^6S^2O^2$. Il représente l'hydrure de salicyle dont 2 équivalents d'oxygène sont remplacés par du soufre, et il prend naissance suivant l'équation :

$$\underbrace{C^{42}H^{18}Az^2O^6}_{\text{Salhydramide.}} + 6HS = \underbrace{3C^{14}H^6S^2O^2}_{\text{Thiosalicol.}} + 2AzH^3.$$

On voit que cette réaction est inverse de celle qui donne naissance à la salhydramide.

Le thiosalicol, comme l'hydrure de salicyle, peut se combiner avec les bases. (M. Cahours.)

La salhydramide se prépare en faisant passer un courant de gaz ammoniac sec à travers une dissolution alcoolique d'hydrure de salicyle. Il se forme immédiatement de nombreuses aiguilles jaunâtres qui se redissolvent par l'action d'une douce chaleur, et se déposent de nouveau par le refroidissement de la liqueur.

CHLORURES DE SALICYLE. $C^{14}H^5ClO^4$.

Il existe plusieurs composés isomériques qui offrent la composition du chlorure de salicyle : l'un d'eux représente l'hydrure de chloro-

salicyle $C^{14}H^4ClO^4,H$; un autre, le chlorure de salicyle lui-même, $C^{14}H^5O^4,Cl$, et un troisième enfin qui paraît être de l'acide chlorobenzoïque.

Chlorure de salicyle solide (*acide chlorosalicyleux*). $C^{14}H^4ClO^4,H = C^{14}H^4ClO^3,HO$. — Ce corps présente l'aspect de lamelles rectangulaires incolores. Son odeur est désagréable, sa saveur poivrée. Il est fusible, volatil, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les alcalis fixes. Les acides le précipitent de sa dissolution dans les alcalis sans l'altérer : de là le nom d'*acide chlorosalicyleux* qu'on lui donne quelquefois. Cette propriété le rapproche de l'hydrure de salicyle et tend à prouver que, dans ce dérivé, le chlore s'est substitué à 1 équivalent d'hydrogène du radical salicyle, et que ce corps représente l'hydrure de chlorosalicyle.

Le chlorure de salicyle (acide chlorosalicyleux) $C^{14}H^4ClO^3,HO$ forme avec les bases des composés bien définis.

Le *chlorosalicylite de potasse* cristallise en paillettes brillantes de couleur rouge.

On connaît un *chlorosalicylite de baryte* $BaO,C^{14}H^4ClO^3 + HO$, qui est cristallin et de couleur jaune.

Pour obtenir le chlorure de salicyle solide, on fait arriver un courant de chlore sec dans de l'hydrure de salicyle. La réaction est vive : il se dégage d'abondantes vapeurs d'acide chlorhydrique, et le liquide s'échauffe beaucoup. En le refroidissant après que le dégagement d'acide a cessé, on détermine la précipitation du chlorure de salicyle. Ce corps est purifié par des cristallisations successives dans l'alcool.

(M. Lœwig.)

Chlorure de salicyle liquide. $C^{14}H^5O^4,Cl$. — Ce chlorure est légèrement jaunâtre ; il fume à l'air et se décompose au contact de l'eau en acide chlorhydrique et en acide salicylique. Lorsqu'on le soumet à la distillation, il donne de l'acide chlorhydrique, du chlorure de chlorobenzoyle, et un abondant résidu de charbon.

On prépare le chlorure de salicyle liquide en faisant réagir le perchlorure de phosphore sur le salicylate de méthyle (*huile de Gaultheria procumbens*). La réaction, qui est très-vive, s'opère à froid. Lorsqu'elle paraît terminée, on chauffe à 160° le produit obtenu, afin de chasser l'oxychlorure de phosphore avec lequel il est mélangé.

(Gerhardt.)

D'après M. Chiozza, le perchlorure de phosphore, en agissant sur l'acide salicylique, produit, non du chlorure de salicyle, mais son isomère l'acide benzoïque monochloré, qui, dans la première phase de la réaction, reste combiné avec de l'acide chlorhydrique à l'état d'un corps huileux, bouillant entre 200° et 250°. MM. Kolbe et Lautemann l'envisagent comme un acide particulier, l'*acide chlorosalylique*.

Ce corps huileux, mis en contact, à chaud, avec de l'hydrure de

benzoyle, se prend par le refroidissement en une masse cristalline soluble dans l'alcool bouillant, ayant pour composition $C^{28}H^{10}O^{6}$, c'est le *parasalicyle,* ou salicylure de benzoyle $C^{14}H^{5}O^{4},C^{14}H^{5}O^{2}$.

BROMURE DE SALICYLE. $C^{14}H^{5}O^{4},Br$.

Le bromure de salicyle cristallise en aiguilles incolores; il forme, comme le chlorure de salicyle solide, des combinaisons définies avec les bases. On peut donc le considérer comme un *acide bromosalicyleux,* et écrire sa formule de la manière suivante : $C^{14}H^{4}BrO^{3},HO$, ou comme de l'hydrure de bromosalicyle $C^{14}H^{4}BrO^{4},H$.

Le bromure de salicyle s'obtient en traitant l'hydrure de salicyle par une petite quantité d'eau bromée.

Sous l'influence d'un excès d'eau bromée, l'hydrure de salicyle donne le *bromure de salicyle bromé* $C^{14}H^{4}O^{4},Br^{2}$. Ce corps est cristallisable, de couleur jaune, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther.

(M. Heerlein.)

L'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur le bromure de salicyle produit le *thiosalicol bromé* $C^{14}H^{5}BrO^{2}S^{2}$. (M. Heerlein.)

Quand on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une dissolution alcoolique de bromure de salicyle bromé, il se forme du *bisulfhydrate de thiosalicol bibromé* $C^{14}H^{4}Br^{2}O^{2}S^{2},2HS$.

(MM. Heerlein, Lœwig.)

ACIDE NITROSALICYLEUX. $C^{14}H^{5}(AzO^{4})O^{4}$.

Cet acide cristallise en prismes jaunes et transparents. Il est inodore, d'une saveur âcre, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther; ses sels détonent par l'action de la chaleur.

L'ammoniaque le colore en rouge de sang foncé; le perchlorure de fer en rouge-cerise.

L'acide nitrosalicyleux se prépare en traitant à une douce chaleur l'hydrure de salicyle par l'acide azotique ordinaire.

Les nitrosalicylites détonent quand on les chauffe. (M. Lœwig.)

ACIDE SALICYLIQUE HYDRATÉ. $C^{14}H^{5}O^{5},HO$.

Propriétés. — L'acide salicylique hydraté ressemble à l'acide benzoïque. Comme ce dernier, il se dissout dans l'eau bouillante, et cristallise par le refroidissement en aiguilles satinées, très-solubles dans l'alcool et l'éther; l'esprit de bois le dissout, surtout à chaud.

La dissolution aqueuse de l'acide salicylique n'agit pas sur la lumière polarisée (Bouchardat). Elle est colorée en noir par les sels de sesquioxyde de fer.

L'acide salicylique fond à 158°; à une température plus élevée, il se réduit en vapeurs sans se décomposer. Lorsqu'on le distille en présence

d'un excès de chaux, il se dédouble en acide carbonique et en *acide phénique :*

$$\underbrace{C^{14}H^5O^5,HO}_{\text{Acide salicylique.}} + 2CaO = 2(CaO,CO^2) + \underbrace{C^{12}H^5O,HO}_{\text{Acide phénique.}}.$$

Tous les salicylates alcalins donnent à la distillation de l'acide phénique pur. (GERHARDT.)

M. Kolbe a effectué la réaction inverse, et a reconstitué l'acide salicylique, en partant de l'acide phénique. En dirigeant un courant d'acide carbonique dans de l'acide phénique en même temps qu'on y fait dissoudre du sodium, il y a combinaison immédiate, formation de salicylate de soude et dégagement d'hydrogène.

Cette synthèse est représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^{12}H^6O^2}_{\text{Acide phénique.}} + 2CO^2 + Na = \underbrace{C^{14}H^5O^5,NaO}_{\text{Salicylate de soude.}} + H.$$

(M. KOLBE, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXIII, p. 125.)

Chauffé avec de l'acide sulfurique étendu et du peroxyde de manganèse, l'acide salicylique produit de l'acide formique.

Le chlore, le brôme, réagissent sur l'acide salicylique, et donnent des acides chlorés et bromés dérivés de l'acide salicylique par substitution. En traitant l'acide salicylique par l'acide azotique fumant, on obtient de l'*acide nitrosalicylique*, identique avec l'*acide indigotique*. (GERHARDT.)

Lorsqu'on fait arriver des vapeurs d'acide sulfurique anhydre sur de l'acide salicylique bien sec et réduit en poudre, il se change en une masse gommeuse que l'eau froide dissout facilement : on produit dans cette circonstance un *acide sulfosalicylique*, qui forme, avec la plupart des bases, des sels solubles.

Si l'on porte un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide salicylique à une température de 60° à 70°, et si l'on projette peu à peu dans le liquide du chlorate de potasse en cristaux, une réaction très-vive se manifeste; la matière s'échauffe considérablement, et bientôt il se dépose au fond du ballon une huile rougeâtre contenant une quantité notable de *chloranile*, ou *quinone perchlorée*, $C^{12}H^4Cl^4$, que l'on peut extraire au moyen de l'alcool.

M. Lautemann a transformé l'acide salicylique en acide gallique (*acide dioxysalicylique*) par l'action des alcalis sur l'*acide diiodosalicylique*. De même, en traitant l'acide monoiodosalicylique par les alcalis, il a obtenu de l'*acide monoxysalicylique* $C^{14}H^6O^6$. Cet acide cristallise en aiguilles dures et rayonnées; les sels ferriques colorent sa solution en bleu. Il fond à 193°, et, à une température plus élevée, il se décompose en donnant de l'acide oxyphénique :

$$C^{14}H^6O^6 = C^{12}H^6O^4 + C^2O^4.$$

On n'est pas fixé sur la basicité de l'acide salicylique, on l'envisage généralement comme un acide monobasique; les relations entre l'hy-

drure de salicyle et l'acide salicylique, l'existence du chlorure de salicyle $C^{14}H^5O^4Cl$, celle de l'acide salicylique anhydre $C^{28}H^{10}O^{10}$, et enfin celle de l'acide sulfosalicylique bibasique, sont des raisons qui motivent en faveur de cette manière de voir. D'un autre côté, l'acide salicylique forme des éthers acides, des sels à 2 équivalents de métal et une amide acide; car, d'après M. Limpricht, la salicylamide, que l'on regardait comme neutre, serait un acide amidé: ces circonstances feraient donc de l'acide salicylique un acide bibasique. Ces faits rapprochent l'acide salicylique de l'acide lactique, qui joue de même le rôle d'acide monobasique, dans certaines circonstances, et celui d'acide bibasique dans d'autres.

Préparation. — L'acide salicylique se prépare ordinairement en chauffant l'hydrure de salicyle (*acide salicyleux*) avec un excès de potasse, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'hydrogène. Le salicylate, ainsi formé, est décomposé par l'acide chlorhydrique; l'acide salicylique, mis en liberté, est purifié par cristallisation.

Pour obtenir de grandes quantités d'acide salicylique, il est préférable d'employer la salicine : on projette peu à peu de la salicine pulvérisée dans de la potasse en fusion; une vive effervescence se manifeste dans la masse, de l'hydrogène se dégage, et du salicylate de potasse se produit. Ce sel, décomposé par l'acide chlorhydrique, donne l'acide salicylique.

Il faut avoir soin, en chauffant, de ne pas dépasser la température de 400° et de maintenir toujours la potasse en excès, car autrement la majeure partie de la salicine se convertirait en une matière résineuse, et l'on n'obtiendrait qu'une petite quantité d'acide salicylique.

(Gerhardt.)

L'essence de wintergreen des parfumeurs (*salicylate de méthyle*) se transforme rapidement en acide salicylique sous l'influence d'une dissolution bouillante de potasse; aussi l'emploi de ce procédé pour préparer l'acide salicylique est-il très-avantageux. Il se dégage en même temps de l'alcool méthylique :

$$\underbrace{C^{14}H^5O^5,C^2H^3O}_{\text{Salicylate de méthyle.}} + KO,HO = \underbrace{C^{14}H^5O^5,HO}_{\text{Salicylate de potasse.}} + \underbrace{C^2H^3O,HO}_{\text{Alcool méthylique.}}.$$

L'indigo et la coumarine, traités à une haute température par la potasse, donnent aussi de l'acide salicylique.

ACIDE SALICYLIQUE ANHYDRE. $C^{28}H^{10}O^{10}$.

L'acide salicylique anhydre est blanc, visqueux, soluble à chaud dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans l'eau, qui l'hydrate lentement. Pour l'obtenir, on fait réagir l'oxychlorure de phosphore sur le salicylate de soude desséché. Il se produit une matière blanche, extrême-

ment dure, qui, traitée par l'alcool bouillant, cède à ce dissolvant tout l'acide salicylique anhydre qu'elle contient.

Par la distillation sèche, l'acide salicylique anhydre donne naissance à de l'acide phénique et à un acide qui a pour composition $C^{12}H^{10}O^2$, et qui cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches et soyeuses, fusibles à 103°. Le brôme agit sur cet acide en donnant des cristaux blancs aciculaires, fusibles à 195°, et dont la formule est $C^{12}H^3BrO^2$.

La formation de l'acide salicylique anhydre est toujours accompagnée de la production d'une substance neutre, la *salicylide*, qui a pour formule $C^{14}H^4O^4$.

L'équation suivante fera comprendre l'action exercée par l'oxychlorure de phosphore sur le salicylate de soude :

$$\underbrace{4(NaO,C^{14}H^5O^5)}_{\text{Salicylate de soude.}} + PhO^2Cl^3 = \underbrace{2C^{14}H^4O^4}_{\text{Salicylide.}} + \underbrace{C^{28}H^{10}O^{10}}_{\text{Ac salicylique anhydre.}} + NaCl + 3NaO,PhO^5 + 2HCl.$$

(Gerhardt.)

ACIDE ACÉTOSALICYLIQUE ANHYDRE. $C^{18}H^8O^8 = C^{14}H^5O^5,C^4H^3O^3$.

Cet acide est fort peu stable ; on le produit en versant du chlorure d'acétyle sur le salicylate de soude desséché. (Gerhardt.)

ACIDE BENZOSALICYLIQUE ANHYDRE. $C^{28}H^{10}O^8 = C^{14}H^5O^5,C^{14}H^5O^3$.

L'acide benzosalicylique est visqueux, soluble dans l'éther, insoluble dans l'eau, qui le décompose en acide benzoïque et en acide salicylique.

On obtient l'acide benzosalicylique en traitant le salicylate de soude desséché par le chlorure de benzoyle. (Gerhardt.)

SALICYLATES.

L'acide salicylique forme deux espèces de sels : les uns renferment un seul équivalent de base, ce sont les salicylates acides ; les autres en renferment deux, ce sont les salicylates neutres.

Les salicylates alcalins sont solubles et cristallisables ; exposés à l'air, ils se colorent en brun.

Le *salicylate neutre de baryte* se prépare en ajoutant une solution concentrée d'hydrate de baryte à une solution concentrée et bouillante de salicylate acide de baryte ; le sel neutre se dépose par le refroidissement en petites paillettes blanches. Ce sel possède une réaction alcaline prononcée ; sa solution aqueuse est décomposée par l'acide carbonique. Sa composition est représentée par la formule :

$$C^{14}H^4Ba^2O^6 + 4HO.$$

A 100°, il perd 4 équivalents d'eau et devient anhydre.

Le *salicylate acide de baryte* s'obtient en aiguilles soyeuses, lorsqu'on sature l'acide salicylique par du carbonate de baryte. Il renferme $C^{14}H^4BaO^6 + HO$. Il peut servir à préparer presque tous les autres salicylates.

La salicylate neutre de chaux se prépare en ajoutant une solution de chaux dans l'eau sucrée à une solution de salicylate acide de chaux; le sel neutre se dépose sous la forme d'un précipité grenu, presque insoluble dans l'eau, alcalin, et qui se décompose par l'acide carbonique. Il renferme :

$$C^{14}H^4Ca^2O^6 + 2HO.$$

Le *salicylate neutre de plomb* est anhydre, et forme un précipité blanc cristallin qui renferme :

$$C^{14}H^4Pb^2O^6.$$

Il s'obtient facilement en ajoutant du sous-acétate de plomb au salicylate acide de plomb. Ce dernier sel, décomposé à chaud par un léger excès d'ammoniaque, forme un sel basique :

$$C^{14}H^4Pb^2O^6 + 3PbO.$$

Le *salicylate acide de cuivre* se prépare en décomposant le salicylate acide de baryte par le sulfate de cuivre. La liqueur filtrée et évaporée fournit des aiguilles bleu verdâtre, qui renferment :

$$C^{24}H^5CuO^6 + 4HO.$$

Ce sel perd son eau de cristallisation au-dessous de 100°.

Lorsqu'on le chauffe avec une quantité d'eau insuffisante pour le dissoudre, il fond au-dessous de 100° et se décompose en sel neutre, qui se précipite, et en acide salicylique, qui se dissout. L'éther exerce la même décomposition, même à froid. Le salicylate neutre de cuivre, ainsi formé, est une poudre légère jaune verdâtre, presque insoluble dans l'eau, et renfermant :

$$C^{14}H^4Cu^2O^6 + 2HO.$$

Le salicylate double de cuivre et de potasse :

$$C^{14}H^4KCuO^6 + 4HO.$$

cristallise en belles lames d'un vert-émeraude.

Le salicylate double de cuivre et de baryte :

$$C^{14}H^4CuBaO^6 + 4HO,$$

forme une poudre cristalline.

(M. Piria, *Ann. de chim. et phys.*, t. XLIV, p. 51.)

ACIDE SULFOSALICYLIQUE. $C^{14}H^4S^2O^{12},2HO$.

L'acide salicylique sec absorbe les vapeurs d'acide sulfurique anhydre et se convertit en une masse brune gommeuse. Pour en retirer l'acide sulfosalicylique qu'elle renferme, on la dissout dans l'eau et on la neutralise à chaud par du carbonate de baryte; on obtient ainsi du sulfosalicylate de baryte qu'on purifie par cristallisation dans l'eau. Ce sel, décomposé par l'acide sulfurique, fournit l'acide sulfosalicylique en longues aiguilles soyeuses, déliquescentes, et solubles en toutes propor-

tions dans l'eau, l'alcool et l'éther. C'est un acide énergique qui dissout le zinc en dégageant de l'hydrogène ; il est très-stable. L'eau régale le transforme en chloranile ou quinone perchlorée $C^{12}Cl^4O^4$.

Il fond à 120° et se concrète en une masse cristalline. A une température supérieure, il se décompose en se sublimant en partie.

C'est un acide bibasique ; ce qui tend à faire considérer l'acide salicylique lui-même comme monobasique.

(M. MENDIUS, *Ann. de chim. et phys.*, t. LIII, p. 243.)

ACIDE AMPÉLIQUE.

Nous plaçons ici un acide particulier, l'*acide ampélique*, qui est isomérique avec l'acide salicylique.

L'acide ampélique est blanc, inodore, peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau chaude, assez soluble dans l'alcool et dans l'éther bouillants. Il fond vers 260° et distille sans altération. Pour l'obtenir, on fait agir de l'acide azotique concentré sur les huiles de schiste bouillant entre 80° et 150° ; il se produit de l'acide ampélique, de l'acide carbazotique, ou picrique, et une matière floconneuse. Ces deux dernières substances étant peu solubles, se déposent par la concentration de la liqueur. Après avoir décanté les eaux mères, on les neutralise par l'ammoniaque, et l'on évapore à sec. Le résidu est traité par l'alcool, qui dissout l'ampélate d'ammoniaque et sépare ce sel d'une petite quantité de carbazotate d'ammoniaque avec lequel il est mélangé. On évapore à sec la dissolution alcoolique, et l'on reprend l'ampélate d'ammoniaque par l'alcool froid. Une dernière évaporation donne ce sel à l'état de pureté.

En versant de l'acide azotique dans une dissolution aqueuse d'ampélate d'ammoniaque, on met en liberté l'acide ampélique. (LAURENT.)

ACIDE SALICYLURIQUE.

L'acide salicylique, introduit dans l'organisme, y fixe les éléments du glycocolle en éliminant de l'eau et en formant un nouvel acide, l'*acide salicylurique*, qui prend naissance en vertu de la réaction suivante :

$$\underbrace{C^{14}H^6O^6}_{\text{Acide salicylique.}} + \underbrace{C^4H^5AzO^4}_{\text{Glycocolle.}} - 2HO = \underbrace{C^{18}H^9AzO^8}_{\text{Acide salicylurique.}}.$$

Cet acide est décomposé par l'acide chlorhydrique bouillant en acide salicylique et en glycocolle. L'acide salicylurique est donc à l'acide salicylique ce que l'acide hippurique est à l'acide benzoïque.

L'acide salicylurique cristallise de sa dissolution aqueuse en aiguilles minces et brillantes. Sa saveur est amère, sa réaction fortement acide. Très-soluble dans l'eau bouillante, il se dissout facilement dans l'alcool et assez bien dans l'éther. Ses solutions colorent les sels de fer en violet. Il fond à 160°, sans éprouver une perte de poids, et se prend par le refroidissement en une m sse cristalline confuse. A 170°, il brunit, et

commence à se décomposer en dégageant de l'acide salicylique ; à une température plus élevée, il se charbonne en se boursouflant.

L'acide salicylurique résiste très-bien à l'action des alcalis. Sa solution aqueuse décolore le peroxyde de plomb à l'ébullition, et par le refroidissement il se sépare de la liqueur de petites aiguilles brillantes.

Il décompose à chaud les carbonates de baryte et de chaux. Ses sels cristallisent facilement ; celui de baryte forme des prismes assez épais, durs et transparents. Le sel de chaux forme des aiguilles solubles dans l'eau bouillante, insolubles dans l'alcool. Il existe un autre salicylurate de chaux, insoluble dans l'eau. On l'obtient en ajoutant de petites quantités de lait de chaux à une solution chaude d'acide salicylurique. A un moment donné, la liqueur se remplit d'une masse de petites lamelles brillantes et insolubles dans l'eau bouillante.

Ces faits font supposer que l'acide salicylurique est un acide bibasique. (M. Bertagnini, *Ann. de chim. et phys.*, t. XLV, p. 178.)

ACIDE SALYLIQUE. $C^{14}H^6O^4$.

Cet acide est un isomère de l'acide benzoïque : on l'obtient par l'action de l'amalgame de sodium sur l'acide chlorosalylique, isomère du chlorure de salicyle et de l'acide benzoïque monochloré.

Il se distingue de l'acide benzoïque par un grand nombre de propriétés ; il se dépose de sa solution aqueuse bouillante en petites aiguilles cristallines ; il est plus fusible que l'acide benzoïque et est inodore. Il fond à 119°, et exige beaucoup moins d'eau, pour se dissoudre, que l'acide benzoïque.

Il donne avec le perchlorure de fer un précipité jaune analogue au benzoate de fer.

Les *salylates de baryte* et *de chaux* cristallisent en mamelons.

Le *salylate d'argent* $C^{14}H^5O^3,AgO + C^{14}H^5O^3,HO$ se présente en paillettes blanches.

(MM. Kolbe et Lautemann, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXV, p. 157.)

Comme l'acide benzoïque, l'acide salylique donne de la benzine par la distillation avec la baryte, et non du parabenzol, comme on aurait pu s'y attendre. (M. Cannizzaro.)

ACTION DU CHLORE SUR L'ACIDE SALICYLIQUE.

Lorsqu'on fait réagir le chlore sur l'acide salicylique ou sur les salicylates alcalins, il peut se former différents produits. Si l'acide salicylique est en excès, il se produit de l'*acide chlorosalicylique*. Si le chlore est en excès, on obtient de l'*acide bichlorosalicylique*.

L'acide bichlorosalicylique $C^{14}H^3Cl^2O^5,HO$ cristallise en aiguilles, en écailles ou en octaèdres ; il est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. L'acide sulfurique le dissout à l'aide d'une douce chaleur et l'abandonne en partie par le refroidissement. L'acide azotique

concentré l'attaque avec facilité à chaud et finit par le dissoudre : la solution laisse déposer en se refroidissant de belles lames jaunes.

Distillé à deux ou trois reprises sur du sable mêlé d'une petite quantité de baryte ou de chaux caustique, il se décompose entièrement et se transforme en *acide chlorophénésique*.

Les *bichlorosalicylates* sont peu connus.

Le *bichlorosalicylate d'éthyle* $C^4H^5O,C^{14}H^3Cl^2O^6$ est solide et cristallisable ; on le prépare en faisant passer un courant de chlore dans l'éther salicylique.

Le chlore, en agissant sur le salicylate de méthyle, produit le *bichlorosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^3Cl^2O^5$. (M. Cahours.)

ACTION DU BROME SUR L'ACIDE SALICYLIQUE.

L'action du brôme sur l'acide salicylique donne naissance à trois acides dérivés par substitution de l'acide salicylique.

L'*acide bromosalicylique* $C^{14}H^4BrO^5,HO$ est très-peu soluble dans l'eau, même bouillante, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il cristallise en prismes incolores très-brillants, fusibles à une température peu élevée. Soumis à la distillation, il se décompose.

L'acide bromosalicylique forme avec la potasse, la soude et l'ammoniaque des sels cristallisables. Il donne avec les sels de peroxyde de fer la couleur violette caractéristique que produit l'acide salicylique avec le même réactif. Distillé avec la baryte, il se convertit en un composé huileux qui a reçu le nom d'*acide bromophénésique*, et qui a pour formule $C^{12}H^5BrO^2$.

La préparation de l'acide bromosalicylique est très-simple : il suffit de verser goutte à goutte du brôme sur de l'acide salicylique en excès que l'on broie dans un mortier, de traiter la masse ainsi obtenue par une petite quantité d'alcool froid, pour enlever l'acide salycilique non attaqué, et de la dissoudre ensuite dans l'alcool bouillant, qui dépose en se refroidissant des cristaux d'acide bromosalicylique.

On connaît le *bromosalicylate d'éthyle* $C^4H^5O,C^{14}H^4BrO^5$, et le *bromosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^4BrO^5$. (MM. Cahours et Gerhardt.)

L'*acide bibromosalicylique* $C^{14}H^3Br^2O^5,HO$ est incolore quand il est pur, ou d'un jaune très-légèrement rosé ; il est à peine soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther. Il fond à la température de 150° environ. Distillé avec de la baryte, il donne de l'*acide bromophénésique*. L'acide azotique à 36° le dissout facilement à l'aide de l'ébullition : il se dégage des vapeurs rutilantes mêlées de brôme, et la liqueur laisse déposer par le refroidissement une matière jaune cristallisée qui présente les caractères de l'acide picrique.

Pour obtenir l'acide bibromosalicylique, on laisse tomber goutte à goutte du brôme sur de l'acide salicylique que l'on triture dans un mortier. La réaction, qui d'abord est très-vive, devient de moins en moins énergique. Lorsqu'elle paraît terminée, on jette le produit sur un filtre,

et, après l'avoir lavé à grande eau, on le dissout à chaud dans l'ammoniaque. L'acide chlorhydrique sépare de la dissolution ammoniacale des flocons blancs d'acide bibromosalicylique qu'on fait cristalliser dans l'alcool.

Les *bibromosalicylates* à base d'alcali sont moins solubles dans l'eau que les bromosalicylates correspondants.

L'*éther bibromosalicylique de l'alcool* $C^4H^5O,C^{14}H^3Br^2O^5$, l'*éther bibromosalicylique de l'esprit de bois* $C^2H^3O,C^{14}H^3Br^2O^5$ sont solides et cristallisables. (M. Cahours.)

L'*acide tribromosalicylique* $C^{14}H^2Br^3O^5,HO$ forme de petits prismes jaunâtres très-durs, faciles à réduire en poudre, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, très-solubles dans l'éther. Cet acide produit avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, des sels cristallisables et peu solubles à froid. La dissolution du sel ammoniacal donne, avec les sels d'argent, un précipité orangé foncé, et avec les sels de plomb un précipité jaune.

Distillé avec de la baryte, l'acide tribromosalicylique donne de l'*acide bromophénisique*.

On obtient l'acide tribromosalicylique en traitant l'acide salicylique par le brôme, sous l'influence de la radiation solaire. (M. Cahours.)

ACTION DE L'IODE SUR L'ACIDE SALICYLIQUE.

L'iode réagit à une douce chaleur sur l'acide salicylique; le mieux est de mélanger les solutions alcooliques des deux corps et de faire bouillir en cohobant à plusieurs reprises, puis on distille. Le résidu de la distillation contient quatre acides iodés : les acides mono-, bi-, et triiodosalicylique et de l'acide iodophénique. Le mélange est traité par la potasse, puis par l'acide chlorhydrique. Les acides ainsi mis en liberté sont soumis à l'ébullition avec de l'eau, qui enlève l'acide salicylique non attaqué, puis on les transforme en sels de soude qui se séparent par cristallisation.

L'*acide monoiodosalicylique* $C^{14}H^5IO^6$ forme une masse cristalline blanche peu soluble, fusible à 196°; la chaleur le décompose en acide iodophénique et en acide carbonique. Les sels ferriques le colorent en violet. Son sel de baryte est cristallisable.

Traité par la potasse, cet acide donne de l'*acide oxysalicylique* $C^{14}H^6O^8$.

L'*acide diiodosalicylique* $C^{14}H^4I^2O^6$ forme une masse cristalline, ne fondant pas encore à 212°, mais se décomposant à cette température. La potasse le transforme en *acide dioxysalicylique* $C^{14}H^6O^{10}$, qui n'est autre que l'acide gallique.

L'*acide triiodosalicylique* $C^{14}H^3I^3O^6$ est jaunâtre et très-instable. Les alcalis le transforment en acide carbonique et en un corps rouge très-stable ayant pour composition $C^{12}H^2I^2O^2$, et donnant de l'acide picrique lorsqu'on le traite par l'acide azotique.

(M. Lautemann, *Ann. de chim. et phys.* t. LXII, p. 372; t. LXIII, p. 232.)

ACIDE NITROSALICYLIQUE. $C^{14}H^{5}(AzO^{4})O^{6}$.

Cet acide, identique avec l'acide indigotique, se produit par l'action de l'acide nitrique fumant sur l'acide salicylique (GERHARDT), ou par l'action de l'acide nitrique étendu sur l'indigo (CHEVREUL). Il cristallise en aiguilles incolores ou jaunâtres, fusibles et sublimables à une douce chaleur il est peu soluble dans l'eau froide, aisément soluble dans l'eau bouillante et dans l'alcool. Sa solution colore les sels ferriques en rouge de sang.

L'acide nitrique le convertit en acide picrique. Ses sels, pour la plupart solubles, cristallisent facilement et sont colorés en jaune.

Le *nitrosolicylate d'éthyle* s'obtient par l'action de l'acide nitrique fumant sur l'éther salicylique; il forme des aiguilles jaunâtres, très-fusibles. (M. CAHOURS.)

ACIDE BINITROSALICYLIQUE. $C^{14}H^{4}(AzO^{4})^{2}O^{6}$.

Cet acide s'obtient en décomposant par la potasse le binitrosalicylate de méthyle qui se forme lorsqu'on traite l'essence de *Gaultheria procumbens* par un mélange d'acides sulfurique et nitrique. Cet acide cristallise dans l'eau bouillante en aiguilles presque incolores; il est fusible et peut se sublimer à une température peu élevée.

L'acide nitrique le convertit en acide picrique; le chlorate de potasse, en présence de l'acide chlorhydrique, le transforme en quinone perchlorée.

Les *binitrosalicylates* sont cristallisables. Ils détonent violemment par la chaleur.. (M. CAHOURS.)

ESSENCE DE GAULTHERIA PROCUMBENS. — SALICYLATE DE MÉTHYLE. $C^{16}H^{8}O^{6} = C^{2}H^{3}O,C^{14}H^{5}O^{5}$.

En examinant une essence connue dans le commerce sous le nom d'*essence de Gaultheria procumbens*, ou d'*essence de wintergreen*, M. Cahours a reconnu son identité avec le *salicylate de méthyle* que l'on obtient facilement en distillant un mélange de 2 parties d'esprit de bois, 2 parties d'acide salicylique et 1 partie d'acide sulfurique.

L'huile brute de *Goultheria procumbens* contient, outre le salicylate de méthyle, un carbure d'hydrogène, le *gaulthérylène*, isomérique avec l'essence de térébenthine.

Le gaulthérylène $C^{20}H^{16}$ est une huile incolore, très-mobile. Son odeur, assez agréable, se rapproche de celle de l'essence de poivre. Il entre en ébullition à 160°. Sa densité est égale à 4,92.

Le salicylate de méthyle est liquide. Sa densité à 10° est 1,18; sa densité de vapeur, qui est 5,42, correspond à 4 volumes. Sa saveur est chaude et aromatique. Il est peu soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther.

Les dissolutions aqueuses de salicylate de méthyle sont colorées en violet par les sels de fer au maximum.

Le salicylate de méthyle jouit de la propriété remarquable de se combiner avec les bases pour former des sels qui ont reçu le nom de *gaulthérates*, le salicylate de méthyle prenant le nom d'*acide gaulthérique*.

Il conviendrait d'appeler cet éther, *acide méthylsalicylique*, et ses sels, des *méthylsalicylates*. On voit en effet que ce corps n'est autre qu'un éther acide, analogue sous ce rapport à l'acide sulfovinique. Ce caractère d'acide est un des principaux arguments en faveur de la bibasicité de l'acide salicylique; car, les acides bibasiques seuls peuvent donner naissance à des éthers acides.

Les méthylsalicylates de potasse et de soude se dissolvent en forte proportion dans l'eau; le méthylsalicylate de strontiane est assez soluble dans ce liquide; ceux de baryte, de cuivre et de plomb sont insolubles. Un acide ajouté à ces composés met l'acide méthylsalicylique en liberté.

Le salicylate de méthyle, distillé sur la chaux ou la baryte, se dédouble en acide carbonique et en anisol.

$$\underbrace{C^2H^3O,C^{14}H^5O^5}_{\text{Salicylate de methyle.}} = 2CO^2 + \underbrace{C^{14}H^8O^2}_{\text{Anisol.}}$$

Le salicylate de méthyle, soumis à l'action du chlore et du brôme, donne les composés suivants :

Salicylate de méthyle chloré..	$C^2H^3O,C^{14}H^4ClO^5$.
Salicylate de méthyle bichloré.....	$C^2H^3O,C^{14}H^3Cl^2O^5$.
Salicylate de méthyle bromé.....	$C^2H^3O,C^{14}H^4BrO^5$.
Salicylate de méthyle bibromé.....	$C^2H^3O,C^{14}H^3Br^2O^5$.

(M. Cahours.)

Ces corps sont acides, comme le salicylate de méthyle lui-même, et se transforment, sous l'influence des alcalis, en salicylates chlorés et bichlorés, ou en salicylates bromés et bibromés. Les composés précédents, distillés avec du cyanure de mercure bien sec, donnent de nouveaux produits dans lesquels le chlore et le brôme se trouvent remplacés par le cyanogène.

L'acide azotique fumant change le salicylate de méthyle en *nitrosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^4(AzO^4)O^5$, qui est identique avec l'*indigotate de méthyle*.

Un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique fumant transforme le salicylate de méthyle en *binitrosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,(C^{14}H^3AzO^4)^2O^5$, et en *trinitrosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^2(AzO^4)^3O^5$.

Le perchlorure de phosphore attaque vivement le salicylate de méthyle en produisant de l'acide chlorhydrique, de l'éther méthylchlorhydrique, de l'oxychlorure de phosphore et du chlorure de salicyle liquide. (Gerhardt.)

Le chlorure de benzoyle convertit à chaud le salicylate de méthyle en *benzoate de méthylsalicyle*, $C^{30}H^{12}O^8 = C^{14}H^4(C^2H^3)O^5,C^{14}H^5O^3$.

On obtient dans les mêmes conditions le cuminate et le succinate de méthylsalicyle. (GERHARDT.)

CHLOROPHOSPHATES DE SALICYLE.

L'huile de *Gaultheria* produit, au contact du perchlorure de phosphore, une violente réaction. Il est nécessaire, pour la maîtriser, d'ajouter par petites portions l'huile essentielle au perchlorure, dans le rapport de 1 équivalent du premier corps à 2 équivalents du second. De l'acide chlorhydrique et du chlorure de méthyle se dégagent pendant tout le cours de l'opération.

Le produit obtenu étant soumis à la distillation fractionnée, une trace seulement d'oxychlorure de phosphore passe d'abord, un excès assez considérable de perchlorure de phosphore distille ensuite, et à la température de 160° le résidu constitue un liquide noir. En continuant la distillation, la température s'élève rapidement à 285°. La plus grande portion du produit passe entre 285° et 295°, sous la forme d'un liquide incolore ou légèrement coloré en jaune. La composition du liquide qui distille à 290° est représentée par la formule $C^{14}H^4Cl^3PhO^6$.

Il se forme en vertu de la réaction suivante :

$$\underbrace{C^{16}H^8O^6}_{\text{Salicylate de méthyle.}} + PhCl^5 = HCl + \underbrace{C^2H^3Cl}_{\text{Chlorure de méthyle.}} + \underbrace{C^{14}H^4Cl^3PhO^6}_{\text{Trichlorophosphate de salicyle.}}.$$

Le trichlorophosphate de salicyle prend également naissance par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide salicylique :

$$C^{14}H^6O^6 + PhCl^5 = 2HCl + C^{14}H^4Cl^3PhO^6.$$

Le trichlorophosphate de salicyle, obtenu par l'un ou l'autre de ces procédés, se décompose bientôt au contact de l'eau froide et immédiatement lorsqu'il est chauffé avec ce liquide. Les produits de cette réaction sont l'acide chlorhydrique, l'acide phosphorique et l'acide salicylique :

$$C^{14}H^4Cl^3PhO^6 + 8HO = PhO^5,3HO + 3HCl + C^{14}H^6O^6.$$

Le trichlorophosphate de salicyle, rapidement distillé, se décompose en partie en émettant d'abondantes vapeurs d'acide chlorhydrique. Au-dessus de 300°, il passe un corps liquide qui dépose, lorsqu'il est renfermé dans des tubes fermés, des cristaux représentés par la formule $C^{14}H^4O^5ClPh$.

Cette substance, nommée *monochlorophosphate de salicyle*, se décompose à l'air, dont elle attire l'humidité. Le chlore qu'elle renferme se combine avec l'hydrogène et est remplacé par de l'oxygène. Il se forme ainsi un acide nouveau nommé *acide phosphosalicylique* $C^{14}H^7PhO^{12}$.

Ce produit, qui est solide, prend naissance en vertu des réactions suivantes :

$$\underbrace{C^{14}H^4Cl^3PhO^6}_{\text{Trichlorophosphate de salicyle.}} + 6HO = 3HCl + \underbrace{C^{14}H^7PhO^{12}}_{\text{Acide phosphosalicylique.}}.$$

$$\underbrace{C^{14}H^4ClPhO^8}_{\text{Monophosphate de salicyle.}} + 4HO = HCl + \underbrace{C^{14}H^7PhO^{12}}_{\text{Acide phosphosalicylique.}}.$$

L'acide phosphosalicylique est un acide tribasique, il peut être envisagé comme une combinaison conjuguée d'acide phosphorique et d'acide salicylique :

$$PhH^3O^8 + C^{14}H^6O^6 = C^{14}H^7PhO^{12} + 2HO.$$

(M. Cooper, *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1107.)

SALICYLATE DE MÉTHYLE BROMÉ. $C^2H^3O,C^{14}H^4BrO^5$.

Le salicylate de méthyle bromé est presque complétement insoluble dans l'eau, très-soluble au contraire dans l'alcool : il se dissout avec facilité dans l'éther. Il fond à 55° et se combine avec les bases.

SALICYLATE DE MÉTHYLE BIBROMÉ. $C^2H^3O,C^{14}H^3Br^2O^5$.

Le salicylate de méthyle bibromé cristallise en prismes incolores, fusibles à 145°, volatils, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther, surtout à chaud, solubles dans les alcalis avec lesquels il forme des combinaisons cristallisées.

ACTION DU CHLORE SUR LE SALICYLATE DE MÉTHYLE.

Le chlore se comporte comme le brôme en présence du salicylate de méthyle.

Le *salicylate de méthyle monochloré* est très-difficile à obtenir pur.

Le *salicylate de méthyle bichloré* $C^2H^3O,C^{14}H^3Cl^2O^5$ se présente sous la forme d'aiguilles incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther, fusibles à 100°, volatiles sans décomposition, solubles dans les alcalis.

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR LE SALICYLATE DE MÉTHYLE.

L'acide azotique fumant transforme la salicylate de méthyle en *indigotate de méthyle*, ou *nitrosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^4(AzO^4)O^5$.

Si, au lieu d'acide azotique fumant, on emploie un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique, il se forme du *binitrosalicylate de méthyle* $C^2H^3O,C^{14}H^3(AzO^4)^2O^5$. Ce corps cristallise en écailles d'un blanc légèrement jaunâtre. Sa densité est plus grande que celle de l'eau. Il fond, entre 124° et 125°, en un liquide d'un jaune clair qui se prend par le refroidissement en une masse fibreuse. Chauffé avec précaution dans

un petit tube bouché ou dans une cornue de verre, il se volatilise en entier sous forme de lamelles minces très-brillantes; chauffé rapidement, il éprouve une décomposition complète en laissant dégager une fumée noire et donnant un abondant résidu charbonneux. Il se comporte avec les bases alcalines comme un véritable acide.

Le binitrosalicylate de méthyle est décomposé par une dissolution concentrée de potasse, et forme du *binitrosalicylate de potasse*, qui, traité par l'acide sulfurique au maximum de concentration, met en liberté de l'*acide binitrosalicylique* $C^{14}H^{3}(AzO^{4})^{2}O^{5},HO$. Cet acide cristallise en aiguilles soyeuses et incolores; il est soluble dans l'alcool et l'éther; il fond à une température peu élevée et se sublime sans altération lorsqu'on le chauffe avec précaution.

Les eaux mères du binitro-salicylate de méthyle donnent, par l'évaporation, des tables jaunâtres et transparentes de *trinitrosalicylate de méthyle* $C^{2}H^{3}O,C^{14}H^{2}(AzO^{4})^{3}O^{5}$.

SALICYLATE D'ÉTHYLE. $C^{18}H^{10}O^{6} = C^{4}H^{5}O,C^{14}H^{5}O^{5}$.

A l'état pur, l'éther salicylique, ou salicylate d'éthyle, est incolore, plus pesant que l'eau. Il bout à 225°; il jouit de la propriété de se combiner avec les bases pour former de véritables sels, comme le salicylate de méthyle.

La baryte caustique transforme l'éther salicylique en un composé qui a reçu le nom de *phénéthol* ou de *salithol*, et qui représente de l'éther salicylique moins 2 équivalents d'acide carbonique, c'est-à-dire le phénate d'éthyle $C^{14}H^{5}O,C^{12}H^{5}O$.

Le chlore attaque vivement l'éther salicylique, et donne naissance à des produits cristallisés dérivés, par substitution.

Le brôme agit sur l'éther salicylique. S'il est en petite quantité, il se forme de l'*éther salicylique monobromé* $C^{4}H^{5}O,C^{14}H^{4}BrO^{5}$ très-soluble dans l'alcool, et cristallisable en aiguilles fines. Si le brôme est en excès, il se produit de l'*éther salicylique bibromé* $C^{4}H^{5}O,C^{14}H^{3}Br^{2}O^{5}$. Cet éther est volatil, très-peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble dans l'alcool bouillant : il se combine avec la potasse. L'addition d'un acide minéral le précipite de cette combinaison.

L'acide azotique fumant convertit l'éther salicylique en *éther indigotique* ou *nitrosalicylique*. L'acide binitrosalicylique forme l'*éther binitrosalicylique* $C^{4}H^{5}O,C^{14}H^{3}(AzO^{3})^{2}O^{5}$, qui présente, comme tous les autres éthers de la même série, les caractères des acides.

L'action du perchlorure de phosphore sur l'éther salicylique donne du chlorure de salicyle liquide.

Quand on fait réagir le chlorure de benzoyle sur l'éther salicylique, on obtient du *benzoate d'éthylsalicyle*. (GERHARDT.)

L'éther salicylique se prépare en distillant un mélange formé de 2 parties d'alcool absolu, 1 ½ partie d'acide salicylique et 1 partie d'acide sulfurique. (M. CAHOURS.)

SALICYLATE D'AMYLE. $C^{20}H^{16}O^{6}$ = $C^{10}H^{11}O,C^{14}H^{5}O^{5}$.

Cet éther est oléagineux; il bout à 250°.

Le chlorure de benzoyle l'attaque à chaud et le convertit en *benzoate d'amylsalicyle*.

On obtient le salicylate d'amyle en soumettant à la distillation un mélange fait à parties égales d'huile de pomme de terre et de chlorure de salicyle liquide. (M. Drion.)

SALICYLAMIDE. $C^{14}H^{7}AzO^{4}$.

La salicylamide est cristallisable, fusible, volatile, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool et l'éther.

Pour l'obtenir, on introduit dans un flacon 1 volume de salicylate de méthyle, 6 volumes environ d'ammoniaque caustique, et, après avoir agité, on abandonne le mélange à lui-même jusqu'à ce que l'éther méthylsalicylique soit dissous. On évapore alors la liqueur jusqu'à siccité et l'on soumet le résidu à la distillation. La salicylamide passe dans le récipient sous la forme d'une huile jaunâtre qui se prend bientôt en une masse cristalline d'un jaune de soufre. On la purifie par des cristallisations réitérées dans l'éther.

Les composés dans lesquels une partie de l'hydrogène du salicylate de méthyle se trouve remplacée par du chlore, du brôme, de l'acide hypoazotique, donnent des composés qui correspondent à la salicylamide. On a obtenu ainsi la *chlorosalicylamide* $C^{14}H^{6}ClO^{4},AzH^{2}$, la *bromosalicylamide* $C^{14}H^{6}BrO^{4},AzH^{2}$, la *nitrosalicylamide* ou *anilamide*, c'est-à-dire, l'amide de l'acide indigotique, $C^{14}H^{5}(AzO^{4})O^{4},AzH^{2}$ = $C^{14}H^{4}(AzH^{2})AzO^{8}$. (M. Cahours.)

D'après M. Limpricht, la salicylamide est un acide amidé, et doit être considérée comme de l'acide salicylamique. Cette circonstance est favorable à l'hypothèse qui fait considérer l'acide salicylique comme bibasique.

ACIDE ANILOTIQUE.

L'acide azotique, en réagissant sur la salicine, produit, suivant la concentration de l'acide et suivant la température, de l'hélicine et de l'hélicoïdine, qui se forment en premier lieu; de l'acide picrique et de l'acide oxalique, qui prennent naissance à la fin de l'opération.

Dans certaines conditions, il se forme un acide particulier, l'*acide anilotique*.

Cet acide se prépare en introduisant dans un flacon à l'émeri tenu au frais 1 partie de salicine en poudre et 6 à 8 parties d'acide azotique à 20° Baumé.

Le bioxyde d'azote qui se forme dans les premiers moments de la réaction, au lieu de se dégager, est obligé de se dissoudre, et produit

de l'acide hyponitrique qui colore la liqueur en vert; l'acide anilotique prend alors naissance. En opérant, au contraire, en vase ouvert, la solution prend une teinte jaune, et il se forme de l'hélicine, qui se précipite et se soustrait ainsi à l'action ultérieure de l'acide.

L'acide anilotique cristallise en longues aiguilles terminées en pointe. Sa saveur est astringente et très-amère. Il est très-peu soluble dans l'eau froide. L'eau chaude le dissout beaucoup mieux et le laisse cristalliser par le refroidissement. L'eau bouillante en dissout une partie et enlève l'eau de cristallisation à une autre portion qui se rassemble au fond du vase sous la forme d'une poudre cristalline. Il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

La solution aqueuse et incolore d'acide anilotique rougit vivement la teinture de tournesol et devient jaune au contact des alcalis. Le sous-acétate de plomb y produit un précipité jaune.

Les sels de sesquioxyde de fer la colorent en rouge intense sans la précipiter.

L'acide sulfurique concentré n'altère pas l'acide anilotique à froid. A chaud, il le dissout sans le décomposer, et le laisse précipiter en cristaux anhydres par le refroidissement.

L'acide anilotique cristallisé renferme 12,8 pour 100 d'eau de cristallisation, qu'il perd à 100° à la pression atmosphérique, et à la température ordinaire dans le vide. Lorsqu'on le chauffe, l'acide anhydre fond en un liquide transparent, qui cristallise par le refroidissement. Soumis à la distillation sèche, il se volatilise en partie, et se décompose en laissant un abondant résidu de charbon.

Il se forme avec les bases des sels qui sont généralement solubles et cristallisables. Neutres, ils sont incolores; un excès de base les colore en jaune. L'addition d'un acide dans ces solutions jaunes fait disparaître instantanément la couleur, et l'acide anilotique se précipite en flocons caillebottés.

L'acide desséché a pour formule $HO,C^{14}H^{4}AzO^{9}$.

L'acide cristallisé renferme 3 équivalents d'eau de cristallisation.

(M. Piria, *Ann. de chim. et phys.*, t. XLVII, p. 114.)

D'après M. Strecker, l'acide anilotique est identique avec l'acide nitrosalicylique.

COUMARINE. $C^{18}H^{6}O^{4}$.

MM. Boutron et Boulay ont retiré des fèves *tonka*, au moyen de l'alcool, une substance cristalline qu'ils ont nommée *coumarine*. La coumarine existe aussi dans les fleurs du mélilot (Guillemette), et M. Bley l'a trouvée dans l'*Orchis fusca*. Elle se rencontre aussi dans l'écorce du merisier, qui lui doit peut-être son odeur.

MM. Delalande et Bleibtreu ont fait récemment une étude complète de la coumarine.

Cette substance est blanche; elle fond à 50° et bout à 270°; son odeur

est aromatique et agréable; elle est beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante que dans l'eau froide. Les cristaux de coumarine sont des prismes rectangulaires droits appartenant au système rhomboïdal.

(M. DE LA PROVOSTAYE.)

Dans le mélilot, la coumarine se trouve combinée avec un acide particulier, l'*acide mélilotique* $C^{18}H^{10}O^{6}$. Pour l'extraire, on traite le mélilot par de l'eau bouillante; on évapore la décoction, et l'on reprend ensuite le résidu par de l'éther qui abandonne la coumarine à l'état cristallisé, tandis que l'acide mélilotique reste dans les eaux mères.

(MM. ZWENGER et BODENBENDER, *Ann. der. Chem. und. Pharm.*, t. CXXVI, p. 257.)

M. Wöhler extrait la coumarine des fèves tonka en faisant chauffer celles-ci pendant longtemps avec de l'alcool à 80 centièmes, distillant celui-ci jusqu'à ce que le résidu se trouble, puis ajoutant de l'eau à ce résidu; la coumarine se précipite ainsi à l'état cristallisé. En faisant bouillir et filtrant, on sépare la matière grasse précipitée, en même temps la liqueur filtrée fournit alors la coumarine pure. 1 kilogramme de fèves tonka donne ainsi 14 grammes de coumarine.

Le chlore et le brôme forment avec la coumarine des composés blancs cristallisables. L'iode la convertit en une matière cristalline d'un vert bronzé.

Le perchlorure d'antimoine s'unit avec la coumarine et produit un *chlorantimoniure de coumarine* $C^{18}H^{6}O^{4}Sb^{2}Cl^{3}$ qui cristallise facilement.

(M. DELALANDE.)

La coumarine se dissout à froid dans l'acide azotique fumant; si l'on ajoute de l'eau dans la dissolution, il se dépose un corps blanc qui a reçu le nom de *nitrocoumarine*.

La nitrocoumarine $C^{18}H^{5}(AzO^{4})O^{4}$ est cristallisable, fusible à 170°, volatile, soluble dans l'alcool bouillant; elle se colore en rouge sous l'influence de la potasse.

Lorsqu'on fait chauffer la coumarine avec un excès de potasse, il se produit de l'acide salicylique et un acide particulier, l'*acide coumarique*, qui a pour formule $C^{18}H^{8}O^{6}$, et qui présente, à l'égard de l'hydrure de salicyle, des relations analogues à celles que l'on observe entre l'acide cinnamique et l'hydrure de benzoyle.

La transformation de l'acide coumarique en acide salicylique est accompagnée d'un dégagement d'hydrogène et de la formation d'acide acétique; elle a lieu en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^{18}H^{8}O^{6}}_{\text{Acide coumarique.}} + KO,HO = \underbrace{C^{14}H^{5}O^{5},KO}_{\text{Salicylate de potasse.}} + \underbrace{C^{4}H^{3}O^{3},KO}_{\text{Acétate de potasse.}} + H^{2}.$$

L'acide coumarique lui-même dérive de la coumarine, par la fixation de 2 équivalents d'eau.

L'acide coumarique cristallise en lamelles incolores et brillantes; il est fusible vers 190°, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; il décompose

les carbonates avec effervescence et précipite en blanc les sels de plomb. Il ne colore pas les sels ferriques en violet, lorsqu'il est pur.

FURFUROL, OU HUILE DE SON. $C^{10}H^4O^4$.

Ce corps, qui présente de l'analogie avec les hydrures ou aldéhydes, a été indiqué en premier lieu par M. Dœbereiner, examiné ensuite par M. Stenhouse, et en dernier lieu par M. Fownes et M. Cahours.

Propriétés. — Le furfurol est oléagineux, incolore. Son odeur rappelle à la fois celle de l'essence d'amandes amères et celle de l'essence de cassia. Sa densité, prise à 15°, est égale à 1,68. Il bout à 162°,5. La densité de sa vapeur est 3,34. La formule $C^{10}H^4O^4$ représente 4 volumes de vapeur de furfurol.

Le furfurol est très-soluble dans l'alcool et dans l'eau, et peut en être séparé par distillation, en fractionnant les produits; il se trouve dans la première partie distillée.

L'acide sulfurique concentré dissout à froid le furfurol en prenant une teinte d'un rouge pourpre. Les alcalis le résinifient.

Le furfurol, traité par l'ammoniaque, se convertit en une substance cristalline, comparable à l'hydrobenzamide, et que l'on a nommée *furfuramide*. (M. Fownes.)

Lorsqu'on fait agir le sulfhydrate d'ammoniaque sur une dissolution de furfurol, il se produit un nouveau corps, le *thiofurfol* $C^{10}H^4S^2O^2$, dans lequel la moitié de l'oxygène du furfurol se trouve remplacée par du soufre. (M. Cahours.)

Préparation. — Le furfurol se prépare en distillant un mélange formé de 6 parties de son, 5 parties d'acide sulfurique et 12 parties d'eau. On trouve dans le récipient une eau qui tient le furfurol en dissolution. Cette eau, distillée de nouveau, puis traitée par le chlorure de calcium, donne le furfurol pur. Le son fournit environ 2,75 parties pour 100 de furfurol. (M. Cahours.)

On obtient encore le furfurol en soumettant à la distillation une pâte épaisse formée en mélangeant 15 parties de son avec 5 ou 6 parties de chlorure de zinc et une petite quantité d'eau. De l'acide chlorhydrique, du furfurol, une matière grasse, de l'eau, passent dans le récipient. On arrête l'opération lorsque le mélange que renferme la cornue commence à se charbonner. Le liquide distillé est filtré sur un linge qui retient la matière grasse; on le neutralise ensuite par de la potasse, et, après l'avoir saturé de sel marin, on le soumet à une nouvelle rectification.

(M. de Babo, *Ann. der Chem. und Pharm.*, LXXXV, 100.)

Le furfurol ainsi obtenu est toujours mélangé à de l'eau. On doit le laisser digérer sur du chlorure de calcium et le distiller une dernière fois.

FURFURAMIDE. $C^{30}H^{12}Az^2O^6$.

La furfuramide cristallise en aiguilles jaunâtres, insolubles dans l'eau froide, très-solubles dans l'alcool et l'éther. Elle est fusible et inflammable. Les acides la décomposent en ammoniaque et en furfurol. Le même dédoublement a aussi lieu par une ébullition prolongée avec l'eau ou avec l'alcool.

Lorsqu'on fait réagir de la potasse sur la furfuramide, cette substance éprouve une transformation isomérique, et se convertit en un alcali particulier, la *furfurine*.

La furfuramide, dissoute dans l'alcool et traitée par l'acide sulfhydrique, se change en *thiofurfol*. On produit dans les mêmes conditions le *séléniofurfol* $C^{10}H^4Se^2O^2$. (M. Cahours.)

Pour obtenir la furfuramide, il suffit de mélanger du furfurol avec une dissolution d'ammoniaque. (M. Fownes.)

FURFURINE. $C^{30}H^{12}Az^2O^6$.

Cette base, isomère avec la furfuramide, cristallise en longues aiguilles soyeuses, peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et l'éther. La furfurine fond au-dessous de 100° en un liquide huileux, qui cristallise par le refroidissement.

Elle neutralise les acides les plus énergiques, et forme des sels cristallisables avec un grand nombre d'acides.

Nous donnons ici la liste des principaux sels de furfurine :

Chlorhydrate de furfurine.....	$C^{30}H^{12}Az^2O^6,HCl,2HO$.
Chlorure double de platine et de furfurine....	$C^{30}H^{12}Az^2O^6,HCl,PtCl^2$.
Azotate de furfurine	$C^{30}H^{12}Az^2O^6,AzO^5,HO$.
Bioxalate de furfurine.....	$C^{30}H^{12}Az^2O^6,(C^2O^3)^2,2HO$.

La furfurine se prépare de la manière suivante. On introduit de la furfuramide dans un ballon qui contient une dissolution étendue de potasse, et, après avoir fait bouillir ce mélange pendant un quart d'heure, on l'abandonne au refroidissement. La furfurine se dépose alors sous la forme d'une huile jaunâtre qui se solidifie rapidement. Cette base est lavée à l'eau froide; on la traite ensuite par une dissolution bouillante d'acide oxalique, et l'on décolore par le noir animal le bioxalate de furfurine qui s'est produit. Ce sel, décomposé par l'ammoniaque, donne la furfurine pure. (M. Fownes.)

M. Bertagnini prépare la furfurine en faisant passer un courant de gaz ammoniac sec dans du furfurol chauffé vers 110°; au bout d'une heure, la transformation est complète.

(*Ann. der Chem. und Pharm.*, LXXXVIII, 128.)

THIOFURFOL. $C^{10}H^{4}S^{2}O^{2}$.

Le thiofurfol présente l'aspect d'une poudre blanche cristalline. Il est fusible et inflammable. Lorsqu'on le soumet à la distillation, il se décompose et produit un corps cristallisé qui a pour formule $C^{10}H^{3}O^{4}$.

On peut obtenir le thiofurfol en traitant le furfurol par le sulfhydrate d'ammoniaque; mais on le prépare ordinairement en faisant passer avec lenteur de l'hydrogène sulfuré dans une dissolution alcoolique étendue de furfuramide; après quelque temps, le thiofurfol se dépose à l'état d'une poudre cristalline. (M. Cahours.)

FUCUSOL.

Ce corps, extrait par M. Stenhouse des algues marines, est isomérique avec le furfurol. Le fucusol est oléagineux, incolore; son odeur diffère peu de celle du furfurol. Sa densité est égale à 1,15. Il bout à 171°; il est soluble dans l'eau et se colore en brun verdâtre au contact de l'acide sulfurique.

L'ammoniaque convertit le fucusol en une substance cristalline, la *fucusamide*, qui présente la même composition que la furfuramide, et qui, sous l'influence de la potasse, donne de la *fucusine*, isomère de la furfurine.

La fucusamide donne les mêmes dérivés que la furfuramide.

On obtient le fucusol en distillant certaines plantes marines (*Fucus vesiculosus*, *F. nodosus*, *F. serratus*) avec de l'acide sulfurique étendu.

ESSENCE DE CÈDRE CONCRÈTE. $C^{32}H^{26}O^{2}$.

On a retiré du bois de cèdre de Virginie une essence qui contient une partie concrète dont l'examen a été fait par M. Walter. Ce corps cristallise facilement dans l'alcool. Il fond à 74°, et bout à 282°. Sa densité de vapeur est 8,4.

Le perchlorure de phosphore forme avec l'essence de cèdre un composé chloré qui correspond au produit obtenu, dans la même réaction, avec l'essence de menthe concrète.

L'essence de cèdre, distillée avec de l'acide phosphorique anhydre, donne un carbure d'hydrogène, le *cédrène* $C^{32}H^{24}$. Ce carbure est huileux; aromatique, sa saveur est poivrée. Sa densité à 15° est 0,984. Il bout à 248°. Sa densité de vapeur est 7,5, et correspond à 4 volumes.

On voit que l'essence de cèdre peut être envisagée comme de l'hydrate de cédrène.

ESSENCE DE SASSAFRAS.

L'essence de *Laurus sassafras* est jaune, d'une saveur âcre, d'une odeur qui rappelle celle du fenouil. Elle laisse déposer, par un froid très-vif, des cristaux volumineux de *sassafrol* $C^{20}H^{10}O^{4}$. La densité de vapeur de ce corps est 5,856. En versant du brôme sur ces cristaux, il se produit une matière soluble, cristallisable, représentée par la formule $C^{20}H^{4}Br^{6}O^{4}$.

HÉLÉNINE. $C^{42}H^{28}O^{6}$.

Lorsqu'on distille la racine d'aunée avec de l'eau ou qu'on la traite par l'alcool, on en extrait une substance odorante qui a reçu le nom d'*hélénine*. On la nomme quelquefois *essence d'aunée*.

L'hélénine cristallise en prismes quadrilatères blancs; elle est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther; elle fond à 72°, bout vers 280°, et répand une odeur qui rappelle l'essence de patchouli. Ses propriétés ont été surtout examinées par Gerhardt.

L'hélénine, soumise à l'influence de l'hydrate de potasse, dégage de l'hydrogène, et se transforme en une substance résineuse qui reste en combinaison avec la potasse.

L'acide sulfurique réagit sur l'hélénine et forme avec cette substance l'*acide sulfo-hélénique*. L'hélénine est attaquée par le chlore et l'acide azotique : il se produit de la *chlorhélénine* et de la *nitro-hélénine*. Dans ces composés, 1 équivalent d'hydrogène se trouve remplacé par 1 équivalent de chlore ou 1 équivalent d'acide hypoazotique. En distillant de l'hélénine avec de l'acide phosphorique anhydre, on forme un carbure d'hydrogène, l'*hélénène* $C^{38}H^{26}$, qui est jaunâtre, plus léger que l'eau et qui bout vers 295°.

ASARINE. $C^{20}H^{13}O^{5}$.

L'essence d'*Asarum* a été examinée pour la première fois par MM. Blanchet et Sell : son étude a été reprise par M. Schmidt. Cette essence fond à 120°, et se dissout facilement dans l'acide azotique, qui forme avec elle une matière résinoïde rouge incristallisable. Le chlore la convertit en une huile verte qui bout à 220° et qui a pour formule $C^{20}H^{11}Cl^{2}O^{5}$.

ATHAMANTINE. $C^{48}H^{30}O^{14}$.

L'athamantine a été extraite, pour la première fois par M. Winckler, de l'*Athamanta oreoselinum*. Elle a été étudiée ensuite par MM. Winckler et Schnedermann. On la retire des graines de la plante, en les épuisant par l'alcool et laissant évaporer celui-ci jusqu'à cristallisation.

L'athamantine cristallise en aiguilles soyeuses très-brillantes; elle a une odeur de graisse rance, n'est pas volatile et se détruit par la distillation. Elle est insoluble dans l'eau; elle fond dans l'eau bouillante et se réduit en gouttes jaunâtres plus pesantes que l'eau. Elle est soluble dans l'alcool, dans l'éther, dans les huiles grasses et dans les essences.

Sous l'influence de l'acide sulfurique concentré et de la potasse, elle donne de l'acide valérianique.

Le gaz chlorhydrique est absorbé par l'athamantine; il se forme une combinaison cristalline qui se dédouble, par la chaleur, en acide valérianique et en *oréosélone* $C^{28}H^{10}O^{6}$. Ce dédoublement peut être exprimé par l'équation :

$$\underbrace{C^{48}H^{30}O^{14}}_{\text{Athamantine.}} = \underbrace{2C^{10}H^{10}O^{4}}_{\text{Acide valérique.}} + \underbrace{C^{28}H^{10}O^{6}}_{\text{Oréosélone.}}$$

L'oréosélone constitue une masse amorphe, poreuse, d'un blanc grisâtre, inodore et insipide, fusible à 190°; insoluble dans l'eau, soluble en petites proportions dans l'alcool et l'éther.

Lorsqu'on fait bouillir dans l'eau l'athamantine saturée de gaz chlorhydrique, elle s'y dissout, de l'acide valérianique passe à la distillation, et l'on obtient, par le refroidissement de la liqueur, de longues aiguilles blanches d'*oréoséline* $C^{14}H^{8}O^{4}$.

L'oréoséline est soluble dans l'eau bouillante, très-peu soluble dans l'eau froide, soluble dans les alcalis; elle est isomérique avec l'acide benzoïque hydraté, tandis que l'oréosélone est isomérique avec l'acide benzoïque anhydre.

ESSENCE DE GIROFLE.

Lorsqu'on distille avec de l'eau les boutons de fleurs du *Caryophyllus aromaticus*, qui portent le nom de *clous de girofle*, on obtient l'essence de girofle brute. Cette essence est un mélange d'une substance acide, l'*acide eugénique*, et d'un carbure d'hydrogène qui est isomérique avec l'essence de térébenthine, et qui bout à 251°. On sépare ces deux substances au moyen de la potasse, qui ne dissout que l'acide eugénique.

L'essence de girofle s'enflamme lorsqu'on en humecte légèrement de l'oxyde d'argent sec ou de l'oxyde d'or; ces oxydes sont réduits. Avec le peroxyde de plomb ou le chlorure de chaux, elle s'échauffe et répand des fumées. Elle n'agit, ni sur le permanganate de potasse, ni sur l'oxyde de mercure. L'huile hydrocarbonée qu'elle renferme, séparée de l'acide eugénique, ne possède plus ces propriétés. (M. Boettger.)

L'eau que l'on a distillée sur des clous de girofle laisse déposer, au bout de quelque temps, une substance qui cristallise en écailles nacrées, et que l'on a nommée *eugénine*. Cette substance est isomérique avec l'acide eugénique; elle se colore en rouge sous l'influence de l'acide azotique. (M. Bonastre.)

L'essence de girofle dépose, au bout de quelque temps, sous la forme d'aiguilles, une substance nommée *caryophylline*, et qui a pour formule $C^{20}H^{16}O^{2}$. Cette substance est isomérique avec le camphre des laurinées : elle se dissout avec facilité dans l'alcool et l'éther.

L'essence de girofle absorbe le chlore en se colorant et se résinifiant; il en est de même de l'acide sulfurique.

L'acide nitrique l'attaque vivement en donnant une résine et de l'acide oxalique.

ACIDE EUGÉNIQUE. $C^{20}H^{12}O^{4}$.

L'acide eugénique s'extrait de l'essence de girofle en traitant celle-ci par de la potasse : il se forme ainsi une masse cristalline et butyreuse qu'on étend d'eau et qu'on soumet à la distillation pour séparer l'hydrocarbure $C^{20}H^{16}$; le résidu se prend en masse par le refroidissement, et

est formé d'eugénate de potasse. On en sépare l'acide eugénique à l'aide de l'acide sulfurique et on le purifie par distillation.

L'acide eugénique pur bout à 243°; il est incolore et oléagineux; sa saveur est épicée et brûlante. Sa densité est 1,079; sa densité de vapeur est égale à 6,4. Il s'altère promptement à l'air, et doit être distillé dans un courant d'acide carbonique. (M. Dumas.)

L'acide eugénique donne des sels cristallisables avec la potasse, la soude, l'ammoniaque et la baryte. Le sel de baryte a pour composition $C^{20}H^{11}O^3,BaO$.

Les eugénates précipitent le sulfate de cuivre en bleu ou en vert; ils colorent le sulfate ferreux en lilas, et le sulfate ferrique en rouge d'abord, puis en violet, enfin en bleu.

Les chlorures de benzoyle, de toluényle, de cuményle, d'anisyle, réagissent sur l'acide eugénique en donnant de nouveaux composés, le le *benzeugényle*, le *tolueugényle*, le *cumeugényle*.

(M. Cahours, *Ann. de chim. et phys.*, t. LII, p. 201.)

Le *benzeugényle* $C^{34}H^{16}O^6$ forme des aiguilles cristallines d'une couleur légèrement ambrée, mais qui deviennent incolores après plusieurs cristallisations. C'est un corps parfaitement neutre, insoluble dans l'eau, soluble dans l alcool bouillant et dans l'éther. Il fond vers 50° ou 55° et distille au-dessus de 360°. La potasse en solution aqueuse bouillante ne le décompose pas; mais en solution alcoolique, elle en opère le dédoublement en acide benzoïque et en acide eugénique.

Le *tolueugényle* $C^{36}H^{18}O^6$ forme des aiguilles ressemblant beaucoup au composé précédent; ses réactions aussi sont semb ables.

Le *cumeugényle* $C^{40}H^{22}O^6$ cristallise en tables brillantes et incolores, fusibles à une douce chaleur et volatiles à 400°. La potasse fondue le décompose en eugénate et cuminate. L'acide nitrique le transforme en une masse rougeâtre, poisseuse et demi-cristalline.

L'*éther eugénique* $C^{20}H^{11}O^3,C^4H^5O$ se forme par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'eugénate de soude; on ne peut pas l'obtenir à la manière de l'éther benzoïque. C'est un liquide d'une odeur aromatique, bouillant à 240°, insoluble dans l'eau. Le chlore et l'acide nitrique l'attaquent profondément. (M. Cahours.)

En faisant dissoudre du sodium dans l'acide eugénique, en même temps qu'on y fait passer un courant de gaz acide carbonique, on obtient, après refroidissement, une masse renfermant de l'acide eugénique non attaqué, de l'*eugénoxycarbonate de soude* $C^{20}H^{11}NaO^4,C^2O^4$ et son isomère, le sel de soude de l'*acide eugétique* $C^{22}H^{11}NaO^8$.

Pour obtenir ce dernier acide, on traite par l'acide chlorhydrique; l'huile qui se sépare est un mélange d'acides eugénique et eugétique. On agite à plusieurs reprises cette huile avec du carbonate d'ammoniaque, on évapore; on traite par de l'acide chlorhydrique, on agite avec de l'éther, et l'on fait cristalliser dans l'eau bouillante le résidu cristallin qui reste après l'évaporation de l'éther.

L'acide eugétique cristallise en longs prismes incolores ; il fond à 124°, est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il colore en bleu le perchlorure de fer.

La chaleur dédouble l'acide eugétique en acide carbonique et en acide eugénique. (M. Scheuch, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXV, 14.)

ESSENCE D'ABSINTHE.

L'essence d'absinthe brute, rectifiée à plusieurs reprises sur de la chaux, est isomérique avec le camphre du Japon. Cette essence bout à 204°. Sa densité à 24° est 0,973. Son pouvoir rotatoire s'exerce à droite. L'acide phosphorique anhydre la décompose en un carbure d'hydrogène $C^{20}H^{16}$ qui est l'isomère du cymène et du camphogène.

(M. Leblanc.)

ESSENCE DE ROSES.

L'essence de roses est un mélange de deux huiles. L'une est solide jusqu'à 95°, bout à 300°, et présente la composition du gaz oléifiant. La partie liquide de l'essence de roses est celle qui répand l'odeur de rose ; elle paraît oxygénée ; sa composition n'est pas connue.

ESSENCES DE LAVANDE ET D'ASPIC.

L'essence de lavande présente une odeur forte, aromatique, une saveur brûlante et amère. Sa densité est 0,898. Elle se dissout dans l'alcool et dans l'acide acétique concentré. L'essence de lavande est oxygénée. Sa composition et ses propriétés sont mal connues. Proust a constaté le premier qu'elle laisse quelquefois déposer une substance solide qu'il regardait comme du camphre ordinaire. Cette assertion a été vérifiée par M. Dumas. La proportion de camphre contenue dans l'essence de lavande s'élève jusqu'au quart et quelquefois même jusqu'à la moitié de son propre poids.

L'essence d'aspic, fournie par une variété de lavande (*Lavandula latifolia*), ressemble beaucoup à la précédente, mais elle a une odeur moins agréable. Elle contient aussi en dissolution une grande quantité de camphre.

Les essences de lavande et d'aspic, qui ont dans le commerce une valeur peu considérable, sont employées en grande quantité dans la parfumerie commune.

ESSENCE DE CAJEPUT.

L'essence de cajeput s'obtient en distillant avec de l'eau les feuilles de cajeput (*Melaleuca minor*) ou du *Melaleuca leucodendron*. Elle nous vient des Indes orientales.

Cette essence possède ordinairement une couleur vert pâle. Respirée en petite quantité, son odeur est suave, mais en grande quantité elle est désagréable. Soumise à la distillation, les deux tiers passent de 175°

à 180°. Cette portion constitue l'*hydrate de cajeputène* $C^{20}H^{16},2HO$. Sa densité à 17° est de 0,903. Il est miscible en toutes proportions à l'alcool, l'éther et l'essence de térébenthine.

L'acide sulfurique concentré et bouillant lui enlève de l'eau, et le transforme en un hydrate auquel la densité de vapeur assigne la formule $C^{40}H^{32},H^2O^2 = C^{20}H^{16} + C^{20}H^{18}O^2$.

L'acide sulfurique étendu le transforme à la longue en hydrate $C^{20}H^{16},6HO$ qui cristallise en étoiles.

Cajeputène, *isocajeputène* et *paracajeputène*. — Ces hydrocarbures prennent naissance par l'action de l'acide phosphorique anhydre sur l'essence de cajeput brute; ce sont des isomères de l'essence de térébenthine. Le premier bout de 160° à 165°, et le second à 178°; ils ont l'un et l'autre pour formule $C^{20}H^{16}$. Quant au dernier, il constitue un liquide visqueux bouillant vers 315° et ayant pour formule $C^{40}H^{32}$, d'après sa densité de vapeur.

On obtient un *chlorure de cajeputène* $C^{20}H^{16}Cl^2$ en faisant arriver du gaz chlorhydrique dans un mélange d'essence brute et d'acide azotique très-étendu.

Le *bichlorhydrate de cajeputène* $C^{20}H^{16},2HCl$ s'obtient en saturant d'acide chlorhydrique une solution alcoolique de bihydrate de cajeputène; il forme de petits prismes radiés, fusibles à 55°. Il produit de l'acide chlorhydrique lorsqu'on le chauffe à 60°.

Le *bromure de cajeputène* $C^{20}H^{16}Br$ s'obtient directement; il fond à 60° et se concrète à 30°.

L'*iodhydrate de cajeputène* $C^{20}H^{16}HI$ forme des cristaux noirs, doués d'un éclat métallique. On connaît un iodhydrate hydraté $C^{20}H^{16},HI,HO$, résultant de l'action de l'iode sur l'essence brute. Il forme des cristaux vert jaunâtres fusibles à 80°. (M. Schmidl.)

ESSENCE DE CAMOMILLE ORDINAIRE.

L'huile essentielle de camomille ordinaire (*Matricaria camomilla*) se solidifie vers — 10°; elle est d'un bleu d'azur, et devient verte au contact de l'acide azotique ou chlorhydrique étendu. Le chlore, le brôme et l'iode l'altèrent. Soumise à la distillation, elle commence à bouillir à 240°, et la température s'élève peu à peu jusqu'à 300°, température à laquelle l'essence se décompose et laisse comme résidu une matière résineuse.

Les bisulfites alcalins ne se combinent pas avec l'essence; sa solution éthérée laisse déposer une petite quantité de cristaux sous l'influence de l'ammoniaque.

L'acide chlorhydrique l'altère en partie, mais ne forme pas avec elle de combinaison définie.

Distillée sur de l'acide phosphorique anhydre, elle donne une huile à peine colorée, d'une odeur de pétrole, et ayant pour composition $C^{20}H^{16}$; elle ne diffère de l'huile essentielle que par les éléments d'eau en moins, car celle-ci représente un hydrate de camphène. (M. Bizio.)

ESSENCE DE CAMOMILLE ROMAINE.

Cette essence est remarquable par la belle couleur bleue, qu'elle conserve quand on la distille avec de l'eau. Elle est soluble dans l'alcool et l'éther. Un froid considérable la solidifie et permet d'en séparer des lamelles d'un stéaroptène incolore. La composition de l'essence de camomille correspond à celle du camphre de laurier $C^{20}H^{16}O^{2}$.

L'étude de l'essence de camomille est encore incomplète.

L'essence de camomille romaine (*Anthemis nobilis*) a été examinée principalement par Gerhardt. Cette essence, d'une couleur verdâtre et d'une odeur suave, est un mélange d'un hydrogène carboné de la classe des camphènes, et d'une huile oxygénée qui se convertit en acide angélique par la fusion avec la potasse, et en acide valérianique par l'action de la potasse alcoolique. Ce corps représente l'aldéhyde correspondant à l'acide angélique. Gerhardt l'a nommé hydrure d'angélyle ; il a pour composition : $C^{10}H^{8}O^{2}$.

ACIDE ANGÉLIQUE. $C^{10}H^{7}O^{3},HO$.

L'acide angélique hydraté forme des prismes incolores, d'une odeur particulière, d'une saveur piquante, fusibles à 45°, et volatils sans décomposition à 190°.

Cet acide est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, très-soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles grasses et l'essence de térébenthine. Il produit avec les bases des sels solubles dans l'eau et l'alcool. Les *angélates de chaux* et *d'argent* ont pour formules :

$$CaO,C^{10}H^{7}O^{3}, + 2HO.$$
$$AgO,C^{10}H^{7}O^{3}.$$

L'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'angélate de potasse donne l'*acide angélique anhydre* $C^{20}H^{14}O^{6}$.

L'acide angélique anhydre est oléagineux, incolore, assez soluble dans l'éther et peu soluble dans l'eau, au contact de laquelle il se convertit en acide angélique hydraté. L'aniline le transforme en *angélanilide*.

(M. Chiozza.)

Le chlorure d'acétyle, en réagissant sur l'angélate de soude, produit de l'*acide acéto-angélique anhydre* $C^{14}H^{10}O^{6} = C^{10}H^{7}O^{3},C^{4}H^{3}O^{3}$, qui constitue un liquide plus dense que l'eau, décomposable par les alcalis en acétate et angélate alcalins.

On obtient de même l'*acide angélo-benzoïque anhydre* $C^{24}H^{12}O^{6} = C^{10}H^{7}O^{3}, C^{14}H^{5}O^{3}$, en faisant réagir la chlorure de benzoyle sur l'angélate de soude. (M. Chiozza.)

En distillant l'angélate de soude avec 2 parties d'alcool et 1 partie d'acide sulfurique concentré, on obtient l'*éther angélique*. Cet éther est huileux, d'une odeur de pommes pourries. Il provoque la toux et donne de violents maux de tête. (MM. Reinsch et Richter.)

L'acide angélique, chauffé avec de la potasse caustique, se décompose en produisant de l'acide acétique et de l'acide propionique, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène. L'équation suivante rend compte de ce dédoublement :

$$\underbrace{C^{10}H^8O^4}_{\text{Acide angélique.}} + 2KOHO = \underbrace{C^4H^3O^3,KO}_{\text{Acétate de potasse.}} + \underbrace{C^6H^5O^3,KO}_{\text{Propionate de potasse.}} + H^2.$$

L'acide angélique hydraté, qui prend naissance lorsqu'on fait réagir la potasse sur l'essence de camomille romaine, se rencontre tout formé dans la racine de plusieurs variétés d'angélique. Pour l'en retirer, il faut épuiser 25 kilogrammes de racine d'angélique, coupée en morceaux, par de l'eau bouillante dans laquelle on a ajouté 2 kilogrammes de chaux en poudre, filtrer l'extrait sur une toile, exprimer le résidu, concentrer la liqueur filtrée, et, après l'avoir sursaturée par de l'acide sulfurique étendu, la soumettre à la distillation. On obtient ainsi un produit très-complexe qu'on neutralise par la potasse et qu'on dessèche ensuite au bain-marie. Le résidu de la dessiccation, étant alors distillé avec de l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau, donne de l'acide acétique, de l'acide valérianique et de l'acide angélique, qui reste en grande partie dans le col de la cornue.

Le liquide passé dans le récipient dépose, par un refroidissement convenable, l'acide angélique qu'il tient en dissolution.

100 parties de racine d'angélique donnent par ce procédé de 0,25 à 0,38 parties d'acide angélique pur. (M. Buchner.)

Le traitement par la potasse de l'essence de camomille fournit une plus grande quantité d'acide angélique, mais cette opération est délicate et exige un soin tout particulier, à cause de la facilité avec laquelle l'acide angélique se dédouble, sous l'influence de la potasse, en acide acétique et en acide propionique.

Le mélange de potasse caustique et d'essence doit être maintenu à une douce chaleur jusqu'à ce que la température de la masse s'élève rapidement et qu'il se dégage de l'hydrogène. A ce moment, on retire le feu; la réaction continue d'elle-même, et l'on obtient pour résidu de l'angélate de potasse mêlé avec la potasse qui a été employée avec excès. Ce résidu étant dissous dans l'eau, on enlève avec une pipette l'huile hydrocarbonée qui s'en sépare, puis on verse de l'acide sulfurique dans la dissolution. L'acide angélique est mis en liberté; il se rend à la surface de la liqueur, où il se concrète par le refroidissement.

Si, dans cette préparation, on cherche à volatiliser l'huile hydrocarburée que la potasse n'attaque pas, on peut décomposer une portion de l'angélate de potasse formé, ce qui présente un grand inconvénient, car les acides provenant de l'altération de ce sel empêchent la cristallisation de l'acide angélique, et nécessitent une rectification fort longue de cet acide. (Gerhardt.)

L'acide angélique entre aussi dans la composition de l'huile de croton. (M. SCHLIPPE.)

ESSENCE DE RUE.

La plus grande partie de l'essence brute de rue se compose d'une huile oxygénée $C^{20}H^{20}O^2$ que l'acide azotique fumant transforme en acide caprique $C^{20}H^{20}O^4$, et en acide pélargonique $C^{18}H^{18}O^4$.

(MM. CAHOURS et GERHARDT.)

L'essence de rue $C^{20}H^{20}O^2$ bout à 228°. Sa densité est 5,84. Distillée sur du chlorure de zinc fondu, elle donne un hydrogène carboné dont la nature n'est pas bien connue. Par l'action de l'acide chlorhydrique, elle subit une modification isomérique.

Elle contient en outre, suivant M. G. Williams, une petite quantité d'un hydrogène carboné, une substance qu'il a nommée *aldéhyde euodylique* $C^{22}H^{22}O^2$, et de l'aldéhyde laurique $C^{24}H^{24}O^2$. L'existence de l'aldéhyde euodylique a été confirmée par les recherches de M. Hallwachs.

ESSENCE DE CIGUE.

La semence de la ciguë aquatique (*Cicuta virosa*) donne par la distillation avec l'eau une huile essentielle incolore ressemblant beaucoup à l'essence de cumin.

Cette huile est un mélange de cymène $C^{20}H^{14}$ et d'hydrure de cumyle $C^{20}H^{12}O^2$ qu'on peut séparer en combinant ce dernier avec du bisulfite de soude, avec lequel il donne une combinaison cristallisée ; en exprimant les cristaux ainsi obtenus, on recueille du cymène. (M. TRAPP.)

ESSENCE DE CARVI.

L'essence de carvi ou de cumin des prés se compose de deux huiles essentielles, le *carvène* $C^{10}H^8$, et le *carvol* $C^{20}H^{14}O^2$.

On peut séparer ces deux corps par des distillations fractionnées ; mais il est préférable d'agiter l'essence de carvi avec une dissolution alcoolique de sulfhydrate d'ammoniaque : il se forme du *sulfhydrate de carvol* $C^{20}H^{14}O^2,HS$ qui, décomposé par l'ammoniaque, donne le carvol.

Le carvol est liquide ; il bout à 250°. Sa densité est égale à 0,953. Il se résinifie sous l'influence de l'acide azotique ou de l'acide sulfurique concentrés, et produit avec l'acide chlorhydrique un camphre qui a pour formule $C^{20}H^{14},HCl$.

Le carvène est une huile incolore, très-fluide, plus légère que l'eau, d'une odeur faible et agréable, d'une saveur aromatique. Elle bout à 173° ; elle est presque insoluble dans l'eau et très-soluble dans l'alcool et dans l'éther ; elle absorbe l'acide chlorhydrique, et forme un composé solide cristallisé qui fond à 50°,5.

Lorsqu'on traite l'essence de carvi par la potasse, on obtient un corps, le *carvacrol*, qui est isomérique avec le carvol.

Le carvacrol est oléagineux, incolore, d'une odeur particulière et désagréable, d'une saveur piquante très-persistante; il bout à 232°. Il est plus pesant que l'eau, peu soluble dans ce liquide, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther; il brûle avec une flamme claire et fuligineuse. L'acide phosphorique anhydre le transforme en *carvène*.

(M. Voelkel.)

ESSENCE DE LÉDON.

L'huile essentielle de lédon à feuilles étroites (*Ledum palustre*) est d'un jaune rougeâtre; elle présente une réaction acide; est soluble dans l'alcool et dans l'éther, presque insoluble dans l'eau, à laquelle elle communique néanmoins une saveur amère et brûlante.

Traitée par une solution concentrée de potasse, elle se sépare en deux couches, donne par la distillation fractionnée, dans un courant d'hydrogène, un produit bouillant vers 240° et présentant la composition de l'éricinol $C^{20}H^{16}O^{2}$, et un autre produit bouillant vers 160° et paraissant être un mélange du précédent et d'un hydrocarbure isomère de l'essence de térébenthine.

La partie dissoute dans la potasse, traitée par un acide, laisse surnager une couche huileuse brune, d'une odeur pénétrante, qui est de l'*acide lédonique* $C^{16}H^{10}O^{8}$.

L'essence de lédon renferme en outre de l'acide acétique, butyrique et valérique. (M. Froehde.)

ESSENCE DE THYM.

Cette essence est formée de deux huiles particulières, le *thymène* et le *thymol*.

En agitant l'essence de thym avec une dissolution concentrée de potasse qui dissout le thymol, on isole le thymène.

Le thymène est liquide, incolore; son odeur rappelle celle du thym; il bout à 165°, et produit avec l'acide chlorhydrique un camphre qui a pour formule $C^{20}H^{16},HCl$. (M. Lallemand.)

L'essence de thym contient environ la moitié de son poids de thymol et laisse souvent déposer ce corps sous la forme de prismes rhomboïdaux obliques. Le thymol possède une odeur de thym fort agréable. Il fond à 44° et distille à 230°. Il est très-soluble dans l'alcool, dans l'éther, et peu soluble dans l'eau.

L'acide azotique attaque vivement le thymol et le convertit en une matière résineuse. L'acide sulfurique concentré le transforme en *acide thymylsulfurique* $C^{20}H^{13}OSO^{3},HO$, dont le sel de baryte est cristallisable (Lallemand). L'acide phosphorique le change en un hydrocarbure particulier, bouillant vers 180°. (M. Doveri.)

Sous l'influence des agents d'oxydation, tels que l'acide chromique ou un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, le thymol donne naissance à un corps nouveau, le *thymoïle* $C^{24}H^{16}O^{4}$.

Le thymoïle cristallise en lamelles jaunâtres quadrangulaires, peu solubles dans l'eau, dans l'alcool, assez solubles dans l'éther.

Lorsqu'on fait agir du chlore sur le thymoïle, on obtient des produits chlorés dérivés par substitution.

Le thymoïle, traité par l'acide sulfureux, se convertit en un composé cristallisable, le *thymoïlol*.

Le thymol et le thymoïlol s'unissent à poids égaux et donnent une combinaison cristalline. (M. LALLEMAND.)

ESSENCE DE CANNELLE.

On trouve dans le commerce deux sortes d'essences de cannelle: celle de Ceylan, qui s'obtient par la distillation de l'écorce de *Laurus cinnamomum*, et celle de Chine, obtenue avec les fleurs du *Laurus cassia*. Cette dernière porte aussi le nom d'*essence de cassia*. Ces essences ont une odeur très-suave; leur densité varie de 1,025 à 1,05. Elles bouillent vers 220°. L'essence de cannelle renferme principalement de l'hydrure de cinnamyle (MM. DUMAS et PELIGOT); elle paraît renfermer en outre un hydrocarbure, mais qui est peu connu. Elle dépose quelquefois des résines, l'une α, fusible à 60°, l'autre β, fusible à 145°. (M. MULDER.)

MM. Rochleder et Hlasiwetz ont retiré de l'essence de cassia une substance cristalline, le *benzhydrol*. Ce corps est incolore, très-fusible et offre la composition $C^{28}H^{15}O^5$. Traité par la potasse, le benzhydrol se change en une huile volatile, plus dense que l'eau et par laquelle ils admettent la formule $C^{42}H^{22}O^{11}$. Gerhardt a proposé pour cette dernière la formule $C^{16}H^8O^4$.

Traité par l'acide nitrique, le benzhydrol se change en un acide cristallisable, ressemblant beaucoup à l'acide nitrobenzoïque.

ESSENCE DE CORIANDRE.

En distillant avec de l'eau les fruits concassés de *Coriandrum sativum*, M. Kawalier a obtenu une essence bouillant à 150°, d'une densité de 0,871 et d'une composition correspondant à la formule $C^{20}H^{18}O^2$. Cette huile est donc isomérique avec le camphre de Bornéo. On peut la considérer comme un hydrate d'essence de térébenthine.

L'acide phosphorique lui enlève les éléments de l'eau, et l'on obtient ainsi un hydrocarbure $C^{20}H^{16}$, qui se combine avec l'acide chlorhydrique, mais sans donner de cristaux.

ESSENCE DE VALÉRIANE.

La racine de valériane renferme une essence qui se compose de deux huiles volatiles : le *bornéène* $C^{20}H^{16}$, et le *valérol* $C^{12}H^{10}O^2$. Cette essence contient, en outre, différents corps, tels que l'acide valérianique, le bornéol, une résine particulière; mais la présence de ces matières est purement accidentelle, et doit être attribuée aux altérations que subissent le valérol et le bornéène sous l'influence de l'air et de l'humidité.

L'essence de valériane préexiste dans la racine fraîche de valériane.

(M. Pierlot.)

L'essence de valériane récemment préparée est limpide, neutre aux réactifs colorés, d'une odeur qui n'a rien de désagréable; néanmoins, d'après M. Pierlot, elle renferme toujours 5 pour 100 environ d'acide valérianique. Elle s'acidifie peu à peu au contact de l'air, s'épaissit et devient fétide, parce que le valérol absorbe de l'oxygène et se change en acide valérianique.

Les principales propriétés du bornéène ont été étudiées en même temps que celles du camphre de Bornéo; nous examinerons maintenant le valérol, qui donne l'acide valérianique que l'on retire de la racine de valériane. (Gerhardt.)

Le valérol pur est liquide, d'une odeur de foin très-faible; insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Il s'oxyde lentement à l'air et se convertit en acide valérianique. Lorsqu'on le refroidit à quelques degrés au-dessous de zéro, il cristallise en prismes incolores et reste sous cette forme jusqu'à + 20°.

L'acide sulfurique concentré dissout le valérol en prenant une teinte d'un rouge de sang; la liqueur, étendue d'eau, saturée par le carbonate de plomb et filtrée, donne, par l'évaporation, un sel de plomb gommeux, le *sulfovalérolate de plomb*, dont la saveur est à la fois douce et astringente.

La potasse en fusion transforme le valérol en acide valérianique; il se produit aussi, dans cette réaction, du carbonate de potasse et un dégagement d'hydrogène.

L'extraction du valérol est très-simple. On maintient pendant quelque temps à 200° les portions les moins volatiles de l'essence de valériane, afin de chasser la totalité du bornéène. Le résidu, entouré de glace, se solidifie. On le rectifie deux ou trois fois de suite, en laissant perdre dans chaque opération les premières parties du liquide qui distillent; on lave le produit recueilli avec une dissolution étendue de carbonate de soude, puis on le soumet à une dernière rectification dans une atmosphère d'acide carbonique. Le valérol ainsi obtenu est parfaitement pur.

(Gerhardt.)

Il existe encore quelques essences oxygénées; mais leur étude, fort incomplète, ne permet pas d'en tracer l'histoire.

Nous avons résumé dans le tableau suivant les principales propriétés de ces essences :

NOMS DES ESSENCES.	PROPRIÉTÉS PRINCIPALES.	ORIGINE.
Essence d'absinthe.	Cette essence est d'un vert foncé ; elle commence à bouillir à 180°, puis le point d'ébullition s'élève, et l'essence s'épaissit et se colore de plus en plus. Rectifiée sur de la chaux vive, la portion qui passe à 205° a pour composition $C^{20}H^{16}O^{2}$. Elle est dextrogyre. Sa densité à 24° est égale à 0,973. Sa densité de vapeur est égale à 5,3. Distillée avec de l'acide phosphorique anhydre, elle donne un hydrocarbure ayant la composition du cymène $C^{20}H^{14}$.	Cette essence s'obtient par la distillation de l'absinthe (*Artemisia absinthium*). (M. LEBLANC.)
Essence d'angusture.	Cette essence bout à 266°, et est alors d'un beau jaune, d'une odeur aromatique particulière. Sa densité est égale à 0,934, et sa composition répond à la formule brute $C^{13}H^{12}O^{2}$.	L'essence d'angusture s'obtient en distillant avec de l'eau l'essence de la vraie angusture. (M. HERZOG.)
Essence de bergamote.	Cette essence paraît formée par le mélange d'un carbure d'hydrogène, isomérique avec l'essence de térébenthine, et d'une huile oxygénée peu connue. L'essence de bergamote a une densité égale à 0,869. Elle dévie à droite le plan de la lumière polarisée. Elle bout à 183° ; mais ce point d'ébullition n'est pas constant. Distillée sur de l'acide phosphorique anhydre, elle donne un carbure d'hydrogène analogue au térébène et qui a pour formule $C^{20}H^{16}$. L'essence brute laisse souvent déposer une matière cristalline, le *bergaptène*, fusible à 206° et dont la composition est représentée par la formule brute $C^{2}HO$. (MM. MULDER, OHME.)	On l'extrait par compression du zeste des bergamotes (fruits du *Citrus limetta*). (MM. SOUBEIRAN et CAPITAINE.)
Essence de cabaret.	L'essence de cabaret est jaunâtre, épaisse, âcre, moins dense que l'eau, dans laquelle elle se dissout en petite quantité, très-soluble dans l'alcool, les essences et les huiles grasses. Son odeur est désagréable, elle rappelle celle de l'essence de valériane. L'analyse de l'essence rectifiée sur la chaux a donné les nombres suivants : Carbone. . . . . 74,38 Hydrogène . . . . . 9,76 Oxygène 15,86 100,00	Cette essence se trouve dans l'extrait alcoolique de la racine de cabaret (*Asarum europæum*). (MM. BLANCHET et SELL.)
Essence de cascarille	L'essence de cascarille est tantôt jaune, tantôt verte, tantôt bleue. Son odeur est extrêmement forte, sa saveur aromatique et amère. Cette essence contient une huile essentielle oxygénée et un hydrocarbure isomérique avec l'essence de térébenthine.	On la retire de la cascarille (*Croton eleuteria*). (M. VOELCKEL.)
Essence de gingembre.	L'essence de gingembre est jaune, d'une odeur de gingembre, d'une saveur brûlante et aromatique. Elle bout à 248° ; sa densité est de 0,893. Elle a pour composition $(C^{20}H^{16})^{4},5HO$, après avoir été séchée à 150° sur du chlorure de calcium. Chauffée avec de l'acide phosphorique anhydre, elle donne un hydrocarbure $C^{20}H^{16}$ qui se combine avec l'acide chlorhydrique.	On la retire du gingembre par la distillation avec de l'eau. (M. PAPOUSECK.)

NOMS DES ESSENCES.	PROPRIÉTÉS PRINCIPALES.	ORIGINE.
Essence de houblon	Cette essence est un mélange de valérol avec un hydrocarbure $C^{20}H^{16}$, dont l'odeur rappelle celle du thym (M. PERSONNE). L'essence brute est de couleur verte, mais elle devient incolore par la rectification. Elle dévie à droite le plan de la lumière polarisée. Elle entre en ébullition vers 140°. Son odeur rappelle celle du houblon.	L'essence de houblon s'obtient en distillant le houblon avec de l'eau. (M. WAGNER.)
Essence d'hysope	L'essence d'hysope récemment préparée est incolore, mais elle jaunit bientôt au contact de l'air et se résinifie lentement. Elle commence à bouillir à 160°, puis son point d'ébullition s'élève à 180°, ce qui indique que cette essence est un mélange de deux huiles au moins. Voici, du reste, la composition de l'essence d'hysope distillée à 160° et à 180° : A 160° / A 180° Carbone. . . . . 84,18 . . . . . 80,31 Hydrogène. . . . . 11,05 . . . . . 10,43 Oxygène. 4,82 9,24	Cette essence provient de l'hysope. (M. STENHOUSE.)
Essence de jasmin	L'essence de jasmin, dont l'odeur est fort agréable, dépose, lorsqu'on la refroidit à 0°, un stéaroptène blanc, cristallin, inodore, fusible à 125°, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther, les essences et les huiles grasses. Ce stéaroptène forme avec l'iode un composé brun qui prend peu à peu une teinte d'un vert-pré.	On se procure l'essence de jasmin en distillant avec de l'eau les fleurs du *Jasminum officinale*.
Essence de macis	Cette essence est aromatique, d'une densité égale à 0,92. Elle est formée par le mélange d'une huile légère avec un stéaroptène plus lourd que l'eau, fusible au-dessous de 100°, volatil, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide azotique, la potasse, et qui prend une teinte rouge au contact de l'acide sulfurique concentré. Ce stéaroptène présente la composition suivante : Carbone. . . . . 62,1 . . . . . 62,2 Hydrogène. . . . . 10,6 . . . . . 10,5 Oxygène. . . . . 27,3 . . . . . 27,3 100,0 100,0 (M. MULDER.)	On retire cette essence de l'arille ou macis qui enveloppe les noix muscades.
Essence de matricaire	L'essence de matricaire bout entre 160° et 220°. Elle paraît formée par le mélange d'un hydrocarbure avec une huile oxygénée qui tient du camphre en dissolution.	L'essence de matricaire s'extrait des fleurs et des parties herbacées du *Matricaria parthenium*. (MM. DESSAIGNES et CHAUTARD.)
Essences d'origan et de marjolaine	L'essence d'origan est plus légère que l'eau ; elle renferme une quantité considérable de matière camphrée. La partie hydrocarburée bout à 161° et paraît isomérique avec l'essence de térébenthine (M. KANE). La matière camphrée de l'essence de marjolaine (*Origanum majorana*) est plus dense que l'eau, incolore, fusible et sublimable. Elle est soluble dans l'eau bouillante. Elle renferme 60 pour 100 de carbone et 10,7 pour 100 d'hydrogène. (M. MULDER.)	Ces essences se retirent de l'*Origanum vulgare* et de l'*Origanum majorana*.

Essence d'*Osmitopsis*.	Cette essence est d'un jaune verdâtre, d'une saveur brûlante, d'une odeur désagréable. Sa densité est égale à 0,931. L'essence d'*Osmitopsis* commence à bouillir vers 130° et distille aux deux tiers entre 176° et 188°. Elle présente la même composition que le camphre de Bornéo et l'essence de cajeput, $C^{20}H^{18}O^{2}$.	Cette essence est fournie par l'*Osmitopsis astericoïdes*. (M. STENHOUSE.)
Essence de persil.	L'essence de persil est formée par le mélange d'un hydrocarbure qui a pour formule $C^{20}H^{16}$ avec une substance oxygénée dont la formule est $C^{20}H^{10}O^{6}$ et qui se solidifie au contact de l'eau. Dans la rectification de l'essence de persil, on obtient toujours un résidu amorphe, insipide et inodore qui a pour formule $C^{24}H^{16}O^{6}$. (MM. LŒWIG et WEIDMANN.)	On obtient l'essence de persil en distillant avec de l'eau les graines de persil (*Apium petroselinum*). (MM. BLANCHET et SELL.)
Essence de *Ptychotis ajovan*.	L'essence de *Ptychotis ajovan* est d'un brun clair; son odeur est aromatique; sa densité est égale à 0,896. Exposée à l'air, elle laisse déposer de gros cristaux. Elle bout de 160° à 220°; la portion qui distille en dernier cristallise dans le récipient. Elle contient deux principes, un hydrocarbure bouillant à 172°, isomère de l'essence de térébenthine, et un produit solide oxygéné fusible à 42° et qui distille à 222°; il a pour composition $C^{44}H^{34}O^{10}$. D'après M. Haines, ce stéaroptène est identique avec le thymol.	On l'obtient en distillant avec de l'eau les grains de *Ptycholis ajovan*. (M. STENHOUSE.)
Essence de romarin.	L'essence de romarin est formée par le mélange d'un hydrocarbure avec une huile oxygénée. Elle noircit au contact de l'acide sulfurique et donne un acide particulier. Si l'on distille le mélange, on obtient un liquide oléagineux d'une odeur alliacée, dont la densité est égale à 0,807, et qui présente la même composition que l'essence de térébenthine.	Cette essence se retire du romarin (*Rosmarinus officinalis*). (R. KANE.)
Essence de semen-contra	Cette essence est composée en majeure partie d'une huile oxygénée $C^{24}H^{20}O^{2}$, dont l'odeur est agréable, qui bout à 175°, et forme avec l'acide chlorhydrique une combinaison cristalline et déliquescente. Cette huile se trouve mélangée avec une petite quantité d'une substance oléagineuse qui est fort altérable par la chaleur. En distillant l'essence de semen-contra sur de l'acide phosphorique anhydre, on obtient un hydrocarbure liquide, le *cymène*, qui a pour formule $C^{24}H^{18}$.	On se procure cette essence en distillant le semen-contra avec de l'eau. (M. VŒLCKEL.)
Essence de thé.	Cette essence est plus légère que l'eau, elle possède à un haut degré l'odeur du thé, et est même dangereuse à respirer. Elle se concrète facilement. Elle se combine avec le tannin, et agit alors comme diurétique.	L'essence de thé s'obtient par la distillation des feuilles de thé avec de l'eau. (M. MULDER.)
Essence de thuia	L'essence de thuia, qui paraît être un mélange de deux huiles oxygénées, entre en ébullition à 190°. Elle est vivement attaquée à chaud par l'iode, qui la convertit en un hydrocarbure liquide, la *thujone*, dont le point d'ébullition est placé entre 165° et 175.	L'essence de thuia est fournie par le *Thuia occidentalis*. (M. SCHWEIZER.)
Essence de vétiver	Cette essence est plus légère que l'eau, d'une odeur agréable. Elle commence à bouillir à 147°; puis son point d'ébullition s'élève jusqu'à 160°, où il reste stationnaire pendant quelque temps; enfin il monte considérablement. L'essence de vétiver se compose d'une huile oxygénée et d'un hydrocarbure isomérique de l'essence de térébenthine.	L'essence de vétiver se rencontre dans la racine de divers andropogons, tels que l'*Andropogon muricatus* de Retz, l'*A. nardus* et l'*A. iwacusa*. C'est de cette dernière espèce qu'a été extraite l'essence dont nous venons de parler. (M. STENHOUSE.)

ESSENCES SULFURÉES.

On trouve dans l'organisation végétale un certain nombre d'huiles essentielles qui contiennent du soufre au nombre de leurs éléments. Telles sont les essences de moutarde noire, de raifort, de cochléaria, de houblon, d'asa fœtida, d'ail, etc.

La graine de moutarde, le cochléaria, le raifort, paraissent contenir la même essence, tandis que l'essence que l'on retire de l'ail diffère par ses propriétés de l'essence de moutarde. Il existe entre ces essences des rapports très-remarquables quant à leur constitution. C'est ainsi que l'on doit envisager l'essence d'ail C^6H^5,S comme le sulfure d'un radical composé C^6H^5, auquel on a donné le nom d'allyle, tandis que l'essence de moutarde en est le sulfocyanure C^6H^5S,CyS.

(MM. Will et Wertheim.)

Il est possible, en effet, de produire artificiellement l'essence de moutarde au moyen de l'essence d'ail, et réciproquement, de revenir à l'essence d'ail, en décomposant l'essence de moutarde. (M. Gerhardt.)

L'essence de moutarde ayant été étudiée à fond à propos de l'alcool allylique, dans le tome V de ce traité, page 566, nous n'y reviendrons pas. Nous ferons suivre ces remarques par quelques mots sur l'extraction des essences sulfurées.

Les plantes appartenant à la famille des crucifères ne donnent pas d'essence, quand, au lieu de les distiller avec de l'eau, on les dessèche préalablement et qu'on les chauffe à 100°; lorsqu'on les épuise par de l'alcool, ce liquide ne contient pas d'huile, et le résidu distillé avec de l'eau ne fournit aucune essence. Il résulte des expériences de M. Pless : 1° Que les grains et les feuilles du *Thlaspi arvense*, distillés avec de l'eau, donnent un mélange d'essence de moutarde et d'ail; 2° que la première de ces deux essences se produit seule par la distillation, en présence de l'eau et des plantes suivantes : *Iberis amara*, *Capsella bursa pastoris*, *Raphanus raphanistrum*, *Sisymbrium officinale*. D'après M. Wertheim, les racines d'*Alliaria officinalis* contiennent au printemps une petite quantité d'essence identique avec l'huile essentielle de moutarde. Le *Lepidium ruderale*, le *Lepidium sativum*, et le *Lepidium compostum*, fournissent une essence sulfurée différente des essences de moutarde et d'ail.

L'essence de la graine de capucine (*Tropæolum majus*) et l'essence d'asa fœtida contiennent du soufre.

On reconnaît facilement les huiles sulfurées en mettant l'eau saturée de ces huiles avec du zinc et de l'acide sulfurique : l'hydrogène qui se dégage est mêlé alors d'acide sulfhydrique. (M. Bernays.)

ESSENCE DE MOUTARDE.

L'étude complète de cette essence a été faite tome V, p. 566; nous y renvoyons le lecteur.

ESSENCE D'AIL. C^6H^5S.

L'étude importante de l'essence d'ail, ou *sulfure d'allyle*, est due M. Wertheim.

L'essence d'ail est liquide, incolore, limpide, d'une odeur repoussante, plus légère que l'eau, peu soluble dans ce liquide, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Elle se décompose lorsqu'on la chauffe à 150°; elle n'est altérée ni par les acides ni par les alcalis étendus; l'acide azotique concentré la détruit rapidement.

Le sulfure d'allyle agit sur les dissolutions d'argent, de mercure, d'or et de palladium, et donne naissance à des composés que l'on peut considérer comme des combinaisons de sulfure d'allyle et de sulfure métallique.

L'azotate d'argent produit avec l'essence d'ail un composé cristallin qui a pour formule AgO,C^6H^5O,AzO^5, Ce corps, traité par l'ammoniaque, donne de l'oxyde d'allyle C^6H^5O.

Les combinaisons allyliques ayant déjà été traitées, nous n'entrerons pas dans plus de détails.

Pour obtenir l'essence d'ail, on distille avec de l'eau des bulbes d'*Allium sativum* (gousses d'ail) : une huile pesante et fétide qui contient beaucoup d'essence passe dans le récipient; cette huile, rectifiée d'abord au bain-marie, puis distillée sur du potassium, donne l'essence d'ail pure.

On obtient artificiellement l'essence d'ail en traitant par du sulfure de potassium l'huile essentielle de moutarde noire.

ESSENCE DE RAIFORT. $C^8H^5AzS^2$.

L'essence de raifort est limpide et possède tous les caractères de l'huile essentielle de moutarde; comme celle-ci, elle se combine avec le gaz ammoniac.

On obtient l'essence de raifort en distillant la racine de cette plante avec les deux tiers de son poids d'eau dans un alambic de verre, car l'essence attaque le cuivre et l'étain. On la rectifie ensuite par une nouvelle distillation, et on la dessèche sur du chlorure de calcium.

(M. Hubatka.)

ESSENCE DE COCHLÉARIA.

L'essence de *Cochlearia officinalis* représente de l'oxysulfure d'allyle C^6H^5SO. Elle ne paraît pas exister toute formée dans la plante; elle ne se produit sans doute que sous l'influence de l'eau et d'un ferment, comme l'essence de moutarde. Sa densité est égale à 0,942. Traitée par l'ammoniaque, elle donne une combinaison analogue à la thiosinnamine et qui a pour composition $C^6H^5SO + AzH^3$.

(M. Geiseler, *Arch. der Pharm.*, CXVII, 136.)

RÉSINES.

GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉSINES.

Les substances résineuses ont une grande importance industrielle. Elles sont abondantes dans la végétation; mais leur étude chimique laisse encore beaucoup à désirer. On les extrait ordinairement en pratiquant sur les troncs de certains arbres des incisions qui laissent écouler des mélanges de résine et d'huile essentielle. On opère la séparation de ces deux corps en distillant la résine naturelle à feu nu ou bien en présence de l'eau.

Les résines présentent un certain nombre de propriétés générales qui ont été exposées dans un travail remarquable que l'on doit à M. Unverdorben. Leur consistance est variable. Elles sont souvent solides et translucides; on les obtient rarement incolores. Quelques-unes sont plus lourdes que l'eau; elles deviennent électriques par le frottement et ne conduisent pas l'électricité.

Les résines sont toutes insolubles dans l'eau et solubles dans l'alcool à chaud; leur dissolution alcoolique, mélangée avec de l'eau, devient laiteuse et la résine s'en sépare. Quelques-unes, telles que la résine copal, sont insolubles dans l'alcool.

La plupart des résines sont solubles dans l'éther. Cependant quelques-unes, comme la résine de jalap, ne s'y dissolvent pas.

En général, les résines se dissolvent dans les huiles fixes et les huiles volatiles.

Quelques résines peuvent cristalliser, mais en général elles sont incristallisables. Lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur, elles se ramollissent, entrent en fusion, et donnent naissance par la distillation à des carbures d'hydrogène solides, liquides et gazeux, à de l'acide phénique, etc.

Elles sont toutes combustibles, brûlent avec une flamme peu éclatante, très-fuligineuse et en laissant un dépôt charbonneux. L'oxygène n'exerce pas ordinairement d'action sur les résines; on cite cependant la résine de gaïac, qui, exposée à l'air, se colore fortement en bleu.

Le chlore décolore les résines; l'acide sulfurique les dissout souvent sans les altérer; quelquefois il les colore en rouge. Lorsqu'on chauffe un mélange d'acide sulfurique et de résine, il se dégage de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, et l'on obtient un résidu qui a reçu le nom de *tannin artificiel*. M. Chevreul a soumis les tannins artificiels à une étude générale, et a démontré qu'ils étaient formés par la combinaison de la substance organique avec l'acide sulfurique. Cette observation peut être considérée comme le point de départ des recherches qui ont été entreprises dans la suite sur les acides doubles.

MM. Hunt et Pochin obtiennent les résines incolores en les distillant dans un courant de vapeur d'eau. A cet effet, ils font fondre la résine sur une sole de fer, puis y font arriver un courant de vapeur d'eau, qui entraîne la résine. C'est le procédé de Gay-Lussac pour la distillation des acides gras. (*Répert. chimie appliquée*, t. IV,, p. 134.)

M. Krafft a obtenu par la distillation des résines une huile propre à l'éclairage, moins inflammable que les huiles de schiste, de houille, etc., mais brûlant avec une lumière très-vive; elle n'est pas sujette à la gelée et n'exerce pas d'action corrosive sur les métaux. 100 parties de résine donnent 40 parties d'huile purifiée. (*Répert. chimie appliquée*, t. IV, p. 176.)

Les alcalis dissolvent souvent les résines, qui se comportent dans ce cas comme des acides faibles. L'acide azotique les oxyde avec énergie.

M. Unverdorben a proposé de diviser les résines en *résines positives* et *résines négatives*. Les résines négatives ou acides, comme la colophane, rougissent les couleurs végétales et se combinent avec les bases. Les résines positives ou indifférentes ne s'unissent pas aux bases et n'exercent aucune action sur les couleurs végétales.

Les résines forment avec les bases des sels qui portent le nom de *résinates*, et que l'on nomme improprement *savons de résines*. Les savons de résines moussent dans l'eau comme les savons formés par les corps gras, mais ils ne sont pas précipités par le sel marin, comme les savons ordinaires.

M. Unverdorben a démontré que les résines sont ordinairement des mélanges de plusieurs corps résineux qu'il a séparés, soit au moyen des dissolvants tels que l'alcool, l'éther et l'essence de térébenthine, soit en ajoutant dans les dissolutions alcooliques de résines, des dissolutions également alcooliques de sels métalliques, tels que les acétates de plomb ou de cuivre, qui précipitent certaines résines en combinaison avec l'oxyde métallique et laissent les autres en dissolution dans l'alcool. M. Unverdorben a désigné les différents principes résineux extraits d'une résine naturelle sous les noms de : *résine alpha*, *bêta*, *gamma*, α, β, γ, etc.

Les résines dérivent en général de carbures d'hydrogène ou d'huiles essentielles qui, en absorbant l'oxygène, se résinifient. C'est ainsi que l'essence de térébenthine $C^{20}H^{16}$ se transforme en *colophane* $C^{20}H^{16}O^{2}$ en absorbant 2 équivalents d'oxygène.

Quelques chimistes admettent que les carbures d'hydrogène, ou les essences dans leur résinification, perdent de l'hydrogène en absorbant l'oxygène.

On a divisé les substances résineuses en cinq classes :

La première comprend les matières résineuses qui sont formées par une huile et une résine acide.

On place dans la seconde classe les substances résineuses qui contiennent une huile et une résine neutre.

La troisième comprend les résines qui ne sont pas accompagnées d'huiles volatiles.

On range dans la quatrième classe les *gommes-résines*, c'est-à-dire les substances qui peuvent être considérées comme des mélanges de résine et de matière gommeuse.

La cinquième classe comprend les *baumes*.

TÉRÉBENTHINES.

Les térébenthines sont des composés naturels formés par le mélange d'une résine acide de consistance molle avec une huile essentielle. Elles proviennent, pour la plupart, des arbres de la famille des conifères. Les principales sont :

La *térébenthine de Bordeaux*, qui appartient au *Pinus maritima*. Elle est d'une odeur désagréable, d'une saveur âcre et amère.

La *térébenthine de Venise, d'Alsace*. Elle provient du *Pinus picea* (*Abies pectinata*); elle est transparente; sa saveur est amère.

La *térébenthine ordinaire* ou *des Vosges* découle du *Pinus larix* (*Larix europæa*).

La *térébenthine de Boston*, du *Pinus australis*.

La *térébenthine d'Amérique* provient du *Pinus strobus*.

La *térébenthine de Hongrie*, du *Pinus mughus*.

La *térébenthine des monts Carpathes*, du *Pinus cembra*.

Le *baume du Canada* provient de l'*Abies balsamea* : il est presque incolore, d'une saveur âcre.

Le *baume de la Mecque* découle du *Balsamodendron gileadense* et *opobalsamum*.

La *térébenthine de Chio* est produite par le *Pistacia terebinthus*. Elle est d'une couleur citrique verdâtre, d'une odeur agréable, analogue à celle du fenouil, d'une saveur parfumée.

La *sandaraque* s'extrait du *Juniperus communis*.

Le *baume de copaku* provient des *Copaifera officinalis* et *bijuga* (famille des légumineuses).

TÉRÉBENTHINE ORDINAIRE.

La térébenthine ordinaire provient du *Pinus larix* (*Larix europæa*).

Pour extraire la térébenthine, on enlève, à partir de quelques centimètres de terre, une bande d'écorce de $0^m,12$ de large sur $0^m,30$ de haut; on pratique alors une incision de $0^m,007$ de profondeur sur $0^m,03$ de hauteur, et l'on place au-dessous de l'incision une petite terrine dans laquelle vient se rendre la térébenthine. Lorsque la matière résineuse ne s'écoule plus, on pratique une nouvelle incision au-dessus de la première, et ainsi de suite jusqu'à la hauteur de 5 mètres.

Un arbre, dans les Landes, dure soixante-quinze ans, et peut donner par an 4 kilogrammes de térébenthine.

On purifie la térébenthine, qui est toujours mélangée de matières ligneuses, en l'exposant au soleil et à la vapeur d'eau, puis en la décantant lorsqu'elle est devenue liquide. La partie solide est distillée dans des appareils de fonte ou de cuivre : c'est elle qui donne l'essence.

125 kilogrammes de térébenthine donnent environ 15 kilogrammes d'essence et 110 de matière résineuse qui porte le nom de *colophane*. Lorsque le bois est épuisé, on le coupe en morceaux, et en le distillant on obtient un goudron qui, mélangé au brai gras, sert dans le calfatage des navires.

COLOPHANE.

Cette résine n'est pas un principe immédiat pur : elle contient tantôt deux, tantôt trois acides isomériques, qui sont désignés sous les noms d'*acides pinique*, *pimarique* et *sylvique*. Ces trois acides ont le même équivalent, qui est exprimé par $C^{40}H^{30}O^{3},HO$. Leurs sels ont pour formule $MO,C^{40}H^{29}O^{3}$. (LAURENT.)

L'*acide pinique* constitue la résine amorphe qui se trouve dans la colophane. Il présente beaucoup d'analogie avec l'acide sylvique.

Pour l'obtenir, on traite à froid la colophane par de l'alcool à 72°, puis on verse de l'acétate de cuivre dans la dissolution. Il se précipite du pinate de cuivre qu'on recueille sur un filtre et qu'on décompose ensuite par un acide minéral, après l'avoir lavé soigneusement.

L'*acide sylvique* est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'acide acétique concentré, l'huile de naphte et l'essence de térébenthine. Il fond à 125° environ, et forme avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, des sels solubles et incristallisables.

La dissolution alcoolique d'acide sylvique, abandonnée à elle-même, dépose au bout de quelque temps une substance particulière, l'*acide oxysylvique*. (H. ROSE.)

On obtient ordinairement l'acide sylvique en épuisant à chaud, par de l'alcool, les résidus de la préparation de l'acide pinique. L'extrait alcoolique dépose en se refroidissant des lames rhomboïdales d'acide sylvique qu'on lave rapidement avec de l'alcool.

La térébenthine qui s'écoule du *Pinus maritima* contient, à la place de l'acide pinique, un autre acide qui a été décrit sous le nom d'*acide pimarique*. L'acide pimarique cristallise en prismes à base rectangulaire ou en prismes droits à six pans. Il est soluble dans l'alcool bouillant et surtout dans l'éther ; il fond à 125°.

L'acide pimarique cristallisé se transforme à la longue en *acide pimarique amorphe*, qui ressemble beaucoup à l'acide pinique, s'il n'est l'acide pinique même. L'acide pimarique cristallisé dans l'alcool exige, pour se dissoudre, 10 fois son poids de ce liquide, tandis que le même acide, après avoir été fondu et réduit en poudre, peut se dissoudre presque instantanément dans son propre volume d'alcool. Cette dissolution est accompagnée d'une circonstance digne de remarque : une

partie considérable de l'acide pimarique se sépare de la liqueur et repasse à la modification cristallisée.

Lorsqu'on soumet l'acide pimarique à la distillation, il se forme un acide identique avec l'acide sylvique, et une substance huileuse $C^{40}H^{28}O^{2}$ nommée *pimarone*.

L'acide pimarique, dissous dans l'acide sulfurique concentré, puis précipité par l'eau, éprouve une hydratation, perd sa propriété de cristalliser et se change en *acide hydropimarique* $C^{40}H^{30}O^{4},HO$.

Quand on traite l'acide pimarique par l'acide azotique, on produit un acide nommé *acide azomarique* ou *nitromarique*, et qui a pour formule $C^{40}H^{26}(AzO^{4})^{2}O^{8}$. (LAURENT.)

Cet acide est jaune, amorphe, résineux et insoluble ; par la chaleur, il se ramollit et se décompose en entrant en fusion. Son sel ammoniacal, qui est très-soluble, se dessèche en plaques transparentes d'un rouge orangé. L'acide azomarique est bibasique.

M. Caillot a trouvé dans la térébenthine de Strasbourg une substance cristalline qu'il a nommée *abiétine*, et qui est accompagnée d'*acide abiétique*. Ce chimiste a constaté dans cette térébenthine la présence de l'acide succinique.

La colophane est décomposée par la distillation. 1200 kilogrammes de résine donnent, quand on les distille, 45 kilogrammes d'huile essentielle, 410 kilogrammes d'huile peu volatile, 960 kilogrammes de goudron.

On trouve dans les produits de cette dissolution quatre carbures d'hydrogène différents qui ont été étudiés par MM. Pelletier et Walter. L'un a été nommé *rétinaphte;* il bout à 108°, et a pour formule $C^{14}H^{8}$. Il a la même composition que le toluène obtenu par M. Deville dans la distillation de la résine du baume de Tolu. Le second a été nommé *rétinyle* $C^{10}H^{12}$; il bout à 150°. Le troisième est le *rétinole* $C^{32}H^{16}$; il entre en ébullition à 240°. Enfin le quatrième est la *métanaphtaline*, qui est isomérique avec la naphtaline. La métanaphtaline est blanche, cristalline ; elle fond à 67° et bout à 325°. On donne au mélange de ces différents carbures d'hydrogène le nom d'*huile de résine*.

La partie de l'huile de résine qui bout entre 108° et 150°, et qui est un mélange de rétinaphtane et de rétinyle, est employée dans l'industrie pour remplacer l'essence de térébenthine dans quelques-unes de ses applications.

La partie qui bout vers 240°, et que l'on peut considérer comme du rétinole, entre dans la composition de certaines encres d'imprimerie. Mélangée à la chaux, elle forme une sorte de graisse que l'on désigne dans le commerce sous le nom de *graisse noire*, et qui sert à graisser les roues, les machines, etc.

Le rétinole n'a pu être employé jusqu'ici en mélange avec les huiles grasses pour servir d'huile à brûler ; même dans de petites proportions, il rend la flamme des lampes très-fuligineuse. Le rétinole ne peut entrer

dans la composition des mélanges de céruse et d'huile qui servent à la peinture : il s'évapore au bout de quelque temps et laisse la céruse sous forme pulvérulente.

M. Schiel, en distillant la colophane dans des cornues de fonte, a obtenu en outre un liquide bouillant à 97°, qu'il nomme *colophanone*, et auquel il attribue la formule $C^{22}H^{18}O^{2}$, et un produit bouillant à 160°, coloré en vert jaunâtre, inactif sur la lumière polarisée, et qui paraît identique avec le *térébène* de M. Deville.

Parmi les gaz qui se dégagent dans cette distillation, se trouvent l'éthylène et le butylène. (M. Schiel.)

Les huiles de résine ont été employées dans la préparation du gaz de résine qui possède un pouvoir éclairant très-intense.

Lorsqu'on distille la colophane avec la chaux, on obtient deux substances liquides. L'une a été nommée *résinone*, elle bout à 78°; l'autre a été appelée *résinéone*, son point d'ébullition est à 148°. Il se forme dans cette distillation de l'acide carbonique qui reste uni à la chaux.

(M. Fremy.)

BAUME DE COPAHU.

Le *baume de copahu* s'extrait par incision de plusieurs arbres de la famille des cæsalpiniées et du genre *Copaifera*.

On trouve dans le commerce trois espèces de baumes de copahu : le *copahu du Brésil*, le *copahu de Cayenne* et le *copahu de la Colombie*.

Le copahu du Brésil est liquide, transparent, d'un jaune foncé, d'une odeur désagréable et d'une saveur repoussante. Il se dissout sans résidu dans l'alcool.

Le copahu de Cayenne est plus visqueux que le précédent et d'une odeur agréable de bois d'aloès.

Le copahu de la Colombie se distingue facilement des deux premiers parce qu'il dépose dans les tonneaux dont on se sert pour le transporter une résine acide et cristallisable qui a pour formule $C^{40}H^{28}O^{6}$.

(M. Fehling.)

La composition chimique du baume de copahu a été déterminée avec soin par Gerber et Stolze. Cette matière contient une huile volatile, une résine acide, l'*acide copahuvique* ou *copahu-résinique* $C^{40}H^{30}O^{4}$, et une résine visqueuse.

L'acide copahuvique a été étudié par MM. Rose et Schweizer : il est inodore, soluble dans l'éther et dans l'alcool. Ses combinaisons avec les bases sont aussi solubles dans les mêmes dissolvants.

Pour obtenir l'acide copahuvique, on dissout le baume de copahu dans l'ammoniaque et l'on abandonne la liqueur à elle-même dans un endroit frais. Il se dépose bientôt de l'acide copahuvique, qu'on purifie par des cristallisations successives dans l'alcool.

SANDARAQUE.

La *sandaraque* est une résine d'un jaune très-pâle, d'une odeur très-faible. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, insoluble dans l'essence de térébenthine. Cette résine se compose de trois résines acides. La première a pour formule $C^{40}H^{62}O^{5}$. C'est une poudre blanche ou jaune, peu fusible, à peine soluble dans l'alcool. La seconde a pour formule $C^{46}H^{62}O^{6}$. Elle est d'un jaune clair, se ramollit à 100°, se dissout aisément dans l'alcool froid, et forme au moins les trois quarts de la résine naturelle. La troisième a pour formule $C^{40}H^{60}O^{6}$. Elle forme une poudre jaune pâle soluble dans l'alcool bouillant et peu fusible. (M. Johnston.)

MASTIC.

Le *mastic* se trouve dans le commerce en larmes ou en grains jaunâtres, transparents, friables, d'une saveur faiblement aromatique, et d'une odeur agréable.

Cette substance renferme deux résines différentes, dont l'une est acide, insoluble dans l'eau, et a pour formule $C^{40}H^{30}O^{4}$. (M. Johnston.)

On extrait par incision le mastic du *Pistacia lentiscus* (térébinthacée qui croît dans l'île de Chio).

Les résines de la seconde classe sont les substances auxquelles M. Bonastre a donné le nom de *sous-résines*. Il faut ranger dans cette classe la résine élémi et la cire de palmier. On ne peut pas les considérer comme des acides, car elles ne paraissent pas s'unir avec les alcalis; leur étude est encore incomplète.

ÉLÉMI.

On a donné le nom d'*élémi* à plusieurs résines jaunes et odorantes qui proviennent des arbres de la famille des térébinthacées. Ces résines possèdent à peu près les mêmes propriétés.

L'élémi du commerce renferme :

1° Une résine cristallisable.

2° Une substance résineuse amorphe qui a pour formule $C^{40}H^{30}O^{4}$. (M. Johnston.)

3° Des quantités variables d'une huile essentielle isomérique avec l'essence de térébenthine.

La résine cristallisable est blanche, soluble dans l'alcool concentré et bouillant. Elle entre pour un tiers environ dans la composition de l'élémi.

La substance résineuse amorphe est très-soluble dans l'alcool froid. Elle rougit la teinture de tournesol. (M. Bonastre.)

RÉSINE DE L'ARBRE A BRAI.

Cette résine est d'un gris verdâtre, gluante, d'une odeur agréable (MAUJEAN). Elle renferme quatre substances différentes :

1° L'*amyrine*, matière résineuse, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, très-soluble dans l'alcool bouillant et l'éther, fusible à 175°.

2° La *bréine*, substance soluble dans l'alcool, dans l'éther, insoluble dans l'eau, fusible à 187°, et qui cristallise en prismes rhomboïdaux obliques.

3° La *bryoïdine*, résine neutre et amère, qui cristallise en fibres soyeuses, fusibles à 135°, volatiles, peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et l'éther.

4° La *bréidine*, qui cristallise en prismes rhomboïdaux transparents, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, fusibles au-dessus de 100°, volatils sans décomposition.

La résine de l'arbre à brai provient du *Canarium album*.

Les indigènes des îles Philippines l'emploient pour calfater les bateaux.

(M. BAUP.)

RÉSINE COWDIE.

La *résine cowdie* provient du *Dammara australis* ; elle est très-fusible, d'une couleur d'ambre clair. L'alcool la sépare en deux produits : l'un est une résine acide, l'*acide dammarique*, et l'autre une résine neutre, la *dammarane*. (M. R. THOMSON.)

L'acide dammarique a pour formule $C^{40}H^{30}O^{6},HO$.

La dammarane $C^{40}H^{31}O^{5}$ est une résine blanche et cassante.

La résine cowdie donne à la distillation sèche une huile de couleur d'ambre qui bout à une température plus élevée que l'eau : elle a reçu le nom de *dammarol*, et a pour formule $C^{40}H^{28}O^{3}$. Distillée avec cinq ou six fois son poids de chaux vive, cette résine donne la *dammarone*, liquide, soluble dans l'alcool, bouillant à 122°.

RÉSINE COPAL.

Parmi les résines de la troisième classe, la plus remarquable sans aucun doute est la *résine copal*, qui sert à la préparation des vernis durs de bonne qualité. Cette résine s'écoule de l'*Hymenæa verrucosa ;* elle est très-dure, presque incolore, sans odeur ni saveur. Sa densité est 1,139. Cette résine fond en s'altérant. Elle est presque insoluble dans l'alcool anhydre ; elle se ramollit dans l'alcool bouillant et finit par se dissoudre sous l'influence de la vapeur d'alcool ; elle se gonfle dans l'éther et se dissout ensuite. Elle est à peine soluble dans les alcalis.

La résine animée est une variété de copal ; elle provient de l'*Hymenea courbaril*.

Lorsqu'on broie la résine copal et qu'on la garde à l'étuve pendant un mois, elle absorbe l'oxygène de l'air, perd du carbone, et devient très-soluble dans l'éther et même dans l'alcool. On tire souvent parti de cette propriété pour préparer certains vernis.

D'après M. Unverdorben, le copal contiendrait jusqu'à cinq résines différentes, dont quatre acides et une neutre.

M. Filhol a retiré du copal trois résines dont il a déterminé la composition :

1° $C^{40}H^{31}O^{5}$, soluble dans l'alcool anhydre;

2° $C^{40}H^{31}O^{3}$, insoluble dans l'alcool et l'éther;

3° $C^{40}H^{31}O^{2}$, insoluble dans tous les dissolvants.

Le copal que l'on fait fondre, et que l'on brûle pendant quelques secondes, éprouve une altération particulière, et devient propre à entrer dans la composition des vernis gras.

La *résine courbaril*, ou copal tendre de l'Inde, qui provient de l'*Hymenæa courbaril*, se présente en larmes globulaires blanches, fusibles à 100°, solubles à froid dans l'essence de térébenthine et à peu près insolubles dans l'alcool anhydre. (M. Filhol.

On importe d'Amérique un copal tendre d'un jaune pâle, dont l'éclat est vitreux et l'odeur agréable. (Paoli.)

Ce copal est entièrement soluble dans l'alcool bouillant, et se dédouble au contact de l'alcool froid en deux résines particulières, dont l'une est identique avec l'acide pinique. (M. Laurent.)

Le copal est soluble dans l'huile de lin et dans l'essence de térébenthine; quelques variétés cependant exigent, pour se dissoudre, d'avoir été préalablement soumises à une distillation partielle qui les sépare en un résidu soluble et en une huile volatile.

Plusieurs huiles essentielles oxygénées, notamment l'essence de lavande, de romarin et de menthe poivrée, possèdent la propriété de ramollir le copal à la température ordinaire et de le dissoudre plus ou moins complétement à une température élevée.

L'huile essentielle de cajeput dissout le copal complétement, et cette solution fournit un vernis très-brillant. Le succin est au contraire complétement insoluble dans l'essence de cajeput, même à l'ébullition, ce qui permet de le distinguer du copal. La solution de copal dans l'essence de cajeput peut se mélanger à l'alcool sans se troubler ni se coaguler.

(M. Napier Draper, *Chemical News.*, avril 1862.)

L'huile qui se forme dans la distillation du copal a pour composition $C^{20}H^{16}$; elle bout vers 165°. Sa densité est 0,951. Elle dissout le caoutchouc et présente les mêmes propriétés que l'huile de succin, qui n'en diffère que par son point d'ébullition qui est placé entre 170° et 190°. Elle possède des propriétés ozonisantes énergiques. (M. Schibler.)

RÉSINE LAQUE.

Cette résine exsude de plusieurs arbres de l'Inde par suite de piqûres

faites aux arbres par la femelle d'un insecte hémiptère (*Coccus lacca*). C'est cet insecte qui donne à la résine laque la couleur rouge qui la caractérise.

La composition de la résine laque est très-complexe; on peut en retirer cinq résines différentes:

1° Une résine soluble dans l'alcool et l'éther;

2° Une résine soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther;

3° Une résine peu soluble dans l'alcool froid;

4° Une résine cristallisable;

5° Une résine soluble dans l'huile de naphte, insoluble dans l'alcool et l'éther. (M. UNVERDORBEN.)

On trouve dans le commerce trois espèces de laques: la *laque en bâtons*, la *laque en grains*, et la *laque en écailles*, qui résulte de la fusion de la première.

Ces trois espèces de laques présentent la composition suivante:

	Laque en bâtons.	Laque en grains.	Laque en écailles.
Résine	68,0	88,5	90,9
Matières colorantes	10,0	2,5	0,5
Cire	6,0	4,5	4,0
Gluten	5,5	2,0	2,8
Corps étrangers	6,5	»	»
Perte	4,0	2,5	1,8
	100,0	100,0	100,0

(HATCHETT.)

La *lac-laque*, dont on fait usage en teinture, s'obtient en épuisant la laque en bâtons par une dissolution étendue de carbonate de soude et en précipitant ensuite l'extrait par l'alun.

Lorsque les plus grands soins sont apportés dans cette préparation, le produit est désigné sous le nom de *lac-dye*.

La résine laque a plusieurs usages fort importants. C'est elle qui sert à souder les pièces de terre et de faïence. On la fait entrer dans la fabrication de la cire à cacheter. Une bonne cire à cacheter est formée de 48 parties de laque en écailles, de 12 parties de térébenthine, de 1 partie de baume du Pérou et de 36 parties de vermillon.

SUCCIN. — AMBRE JAUNE. — ÉLECTRON.

Ce corps doit être considéré comme une résine fossile, il se trouve dans les terrains d'argile plastique et dans la partie inférieure des terrains crétacés. On le récolte surtout sur les côtes méridionales de la Baltique, en Prusse. Il forme des rognons jaunes et transparents, assez semblables à la gomme, mais plus fragiles. Sa cassure est conchoïde; sa couleur varie du jaune au brun. Sa densité est 1,081. Il fond à 287°; il brûle en répandant une odeur agréable, et laisse un résidu charbon-

neux; il est insoluble dans l'eau; l'alcool absolu ou l'éther n'en dissolvent que 10 à 12 pour 100 de leur poids. Après avoir été fondu, le succin est devenu complétement soluble dans l'alcool; ainsi modifié, il peut entrer dans la composition du vernis.

Le succin est insoluble dans l'essence de cajeput, ce qui permet, comme on l'a vu, de le distinguer facilement du copal.

L'acide sulfurique concentré dissout le succin en prenant une teinte brune; l'eau, versée dans la dissolution, en sépare une combinaison de succin et d'acide sulfurique. (M. Unverdorben.)

Le succin, soumis à la distillation, donne: 1° plusieurs carbures d'hydrogène liquides, dont le point d'ébullition varie de 140° à 190°; ces carbures sont isomériques avec l'essence de térébenthine; 2° une matière cireuse qui se compose d'une substance jaune identique avec le chrysène, et d'un corps cristallin blanc, que l'on a nommé *succitérène;* 3° un acide volatil, l'*acide succinique*.

On obtient une plus grande quantité d'acide succinique en grillant le succin avec une faible proportion d'acide sulfurique. L'acide succinique paraît, du reste, préexister en partie dans le succin, car on peut le retirer en traitant cette résine, préalablement pulvérisée, par des dissolutions alcalines.

Le succin, distillé avec une dissolution concentrée de potasse caustique, produit un sublimé cristallin, identique avec le camphre ordinaire (Reich). Déjà M. Dœpping avait annoncé que le succin, traité par l'acide azotique, donne naissance à du camphre.

RÉSINE ICICA.

Cette résine a été étudiée par M. Francis Scribe. Elle se présente sous la forme de petites masses ou de grains opaques d'un blanc jaunâtre, d'une odeur douce et agréable. La résine icica est à peu près insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'essence de térébenthine. Sa dissolution alcoolique ne précipite ni les sels de plomb, ni les sels d'argent.

On doit considérer la résine icica comme un mélange de trois résines neutres, la *bréane*, l'*icicane* et la *colophane*, que l'on peut séparer en profitant de la différence de leur solubilité dans l'alcool.

La bréane est blanche, nacrée, sèche au toucher; elle cristallise facilement en petites aiguilles radiées, parfaitement neutres, brûlant avec une flamme fuligineuse, insolubles dans l'eau et les alcalis, presque insolubles à froid dans l'alcool, fusibles à 157°.

L'icicane diffère de la bréane par sa composition et par sa solubilité dans l'alcool, qui dissout 1 centième de bréane et 2 centièmes d'icicane. Elle paraît avoir beaucoup d'analogie avec la céroxyline.

RÉSINE DE GAÏAC.

La *résine de gaïac* est d'un brun verdâtre, friable, soluble en partie

dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, et insoluble dans les huiles grasses. Son odeur rappelle celle du benjoin; sa saveur est âcre; elle laisse dans la gorge une sensation de chaleur prononcée.

L'acide azotique dissout la racine de gaïac en prenant une teinte verte; l'eau, versée en petite quantité dans la dissolution, y détermine la formation d'un précipité vert, tandis que la liqueur se colore en bleu; l'addition d'une nouvelle quantité d'eau rend le précipité bleu et la liqueur brune.

La potasse et l'acide sulfurique dissolvent facilement la résine de gaïac. Le sous-acétate de plomb la précipite complétement de sa dissolution alcoolique.

La solution sulfurique de la résine de gaïac est rouge, et l'eau en précipite la résine en violet.

La résine de gaïac a pour propriété caractéristique de se colorer en bleu sous l'influence des rayons violets du spectre et de se décolorer par les rayons rouges. Ce phénomène de coloration est dû évidemment à une oxydation, car il peut être produit immédiatement par le chlore. L'acide sulfureux décolore la résine de gaïac bleue.

La teinture alcoolique de gaïac ne se colore pas sensiblement sous l'influence de l'iode, mais, après qu'on a additionné d'eau le mélange, il bleuit; les sels neutres ne gênent pas cette réaction, mais une goutte d'acide l'empêche de se produire.

La teinture de gaïac est bleuie par le perchlorure de fer, et cette coloration passe au violet sous l'influence de l'hyposulfite de soude, pour disparaître ensuite totalement. Cette décoloration se produit aussi sous l'influence réductrice de l'acide sulfureux en présence du zinc.

Les vapeurs d'acide hyponazotique bleuissent la teinture de gaïac, et cette réaction, qui est très-sensible, peut servir à déceler la présence de l'acide nitrique.

(M. H. Schiff, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 372.)

On peut retirer de la résine de gaïac plusieurs acides particuliers. L'un est l'*acide gaïacique* (M. Thierry), qui a pour formule $C^{12}H^{8}O^{6}$ (M. Deville). L'acide gaïacique cristallise en aiguilles. Il est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et se convertit facilement en gaïacyle. On l'obtient en évaporant au tiers la solution alcoolique de gaïac, décantant, saturant par de la baryte, et décomposant par l'acide sulfurique le sel de baryte ainsi obtenu. L'acide gaïacique fournit du gaïacène par la distillation sèche, comme la résine elle-même.

L'autre acide est l'*acide résino-gaïacique*, étudié par M. Hlasiwetz. On l'extrait en faisant bouillir la résine de gaïac avec un lait de chaux, et l'on épuise, par l'alcool chaud, le résidu desséché. On évapore à sec la solution alcoolique et l'on reprend le résidu par de la soude; le sel de soude ainsi obtenu, étant traité par l'acide chlorhydrique, fournit l'acide résino-gaïacique, qu'on purifie en le faisant recristalliser dans de l'acide acétique. Il a pour composition $C^{40}H^{26}O^{8}$ et cristallise dans le système

rhombique. Il donne des sels neutres et des sels acides; les premiers, soumis à l'ébullition, se transforment en sels acides.

Soumis à la distillation sèche, il donne de la *pyrogaïacine* $C^{38}H^{22}O^{6}$.

(M. Hlasiwetz, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXII, 182.)

L'acide pyrogaïacique, soumis à l'action du brôme, donne des aiguilles incolores et brillantes d'acide résino-gaïacique bromé $C^{40}H^{22}Br^{4}O^{4}$.

L'acide résino-gaïacique se dissout dans l'acide sulfurique avec une belle coloration rouge; l'eau l'en précipite à l'état d'un produit de substitution.

Les eaux mères de l'acide résino-gaïacique renferment un acide incristallisable, l'acide gaïaconique, fusible vers 100°, insoluble dans l'eau, déviant à gauche le plan de polarisation; sa solution alcoolique précipite les sels de plomb et de baryte. Son sel de plomb a pour composition $C^{38}H^{20}Pb^{2}O^{12}$.

La résine de gaïac contient en outre une matière colorante jaune cristallisant en octaèdres à base carrée : c'est un acide soluble dans les alcalis, précipitable par le sous-acétate de plomb, et soluble dans l'alcool. L'acide sulfurique le dissout avec une coloration fugace d'un bleu d'azur. Il est azoté. (M. Hadelich.)

Enfin, M. Kossmann a signalé, dans le gaïac, la présence d'un glucoside, mais en petite quantité.

Les produits de la distillation de la résine de gaïac ont été examinés par MM. Pelletier, Deville et Sobrero. On a obtenu d'abord une substance huileuse qui a été nommée *gaïac* ou *gaïol*, et qui a pour formule $C^{10}H^{8}O^{2}$. Cette substance est incolore; son odeur rappelle celle de l'essence d'amandes amères; elle bout à 118°. Sa densité est 0,874. La potasse ne l'altère pas à froid et la jaunit à chaud; elle ne se combine ni avec l'ammoniaque ni avec les bisulfites alcalins. Le gaïacyle, exposé à l'air, absorbe l'oxygène et se transforme en une substance blanche, cristallisable en très-belles lames.

Le gaïacyle est accompagné d'une autre substance liquide que l'on a nommée *hydrure de gaïacyle*, et qui a pour formule $C^{14}H^{8}O^{4}$. Ce corps ne diffère de l'hydrure de salicyle que par 2 équivalents d'hydrogène qu'il contient en plus. Il est incolore. Sa densité à 22° est 1,119; il bout à 210°; sa densité de vapeur est 4,9. Il est peu soluble dans l'eau, mais il se dissout dans l'alcool et l'éther; il s'unit aux bases, et donne avec elles des composés cristallins.

Il réduit les sels d'or et d'argent et ramène au minimum les sels de peroxyde de fer et de cuivre. Il forme, quand on le traite par le chlore et le brôme, des acides cristallisés qui sont représentés par les formules $C^{14}H^{4}Cl^{4}O^{4}$ et $C^{14}H^{4}Br^{4}O^{4}$.

D'après M. Hlasiwetz, l'hydrure de gaïacyle est accompagné d'un de ses homologues $C^{16}H^{10}O^{4}$. Ces deux hydrures sont homologues du furfurol $C^{10}H^{4}O^{4}$.

On connaît deux combinaisons potassiques qui ont pour formule $C^{32}H^{19}KO^{8} + 4KO$ et $C^{16}H^{9}KO^{4} + 4HO$. Nous avons vu, en étudiant la créosote, que cette dernière renferme aussi le composé $C^{16}H^{10}O^{4}$ au nombre de ses principes. (M. HLASIWETZ.)

La résine de gaïac provient du *Guajacum officinale*.

GOMME AMMONIAQUE.

La *gomme ammoniaque* s'écoule de la racine d'une plante connue sous le nom d'*Heracleum gummiferum*. On la trouve tantôt sous la forme de grains blancs, jaunes ou rougeâtres, tantôt sous la forme de gâteaux mêlés de sable ou de sciure de bois. Son odeur alliacée et désagréable est due à la présence d'une huile volatile qu'elle contient. Cette gomme-résine se ramollit dans la main; traitée par l'alcool froid, elle donne par l'évaporation une résine qui a pour composition $C^{40}H^{24}O^{8}$.

(M. JOHNSTON.)

On a trouvé la gomme ammoniaque composée de :

Résine	72,0	70,0
Gomme soluble	22,4	18,4
Bassorine	1,6	4,4
Huile volatile et perte	4,0	7,2
	100,0	100,0
	(BUCHOLZ.)	(BRACONNOT.)

ASA FŒTIDA.

L'*asa fœtida* s'extrait par incision de la racine du *Ferula asa fœtida*, qui croît en Perse. On la trouve en larmes ou bien en masses rougeâtres parsemées de larmes blanches. Cette résine rougit par le contact de l'air et se ramollit facilement. Sa densité est égale à 1,327. M. Johnston a retiré de l'asa fœtida, à l'aide de l'alcool, une résine qui a pour formule $C^{40}H^{26}O^{10}$.

En distillant l'asa fœtida avec de l'eau, on obtient une huile très-volatile plus légère que l'eau, qui possède une odeur fétide et alliacée. Cette huile est à peine soluble dans l'eau, très-soluble au contraire dans l'alcool et l'éther. Elle contient du soufre, et sa composition peut être représentée par la formule brute $C^{15}H^{8}S^{2}O$. (M. ZEISE.)

L'asa fœtida renferme :

Résine	65,00
Gomme soluble	19,44
Bassorine	11,16
Huile volatile	3,60
Malate acide de chaux et perte	0,80
	100,00
	(PELLETIER.)

EUPHORBE.

Ce corps s'extrait par incision de l'*Euphorbia officinalis*. On le trouve dans le commerce en larmes irrégulières; il est inodore; sa saveur, qui ne se manifeste qu'au bout de quelque temps, est âcre et désagréable. Appliqué sur la peau, il produit un effet vésicant comparable à celui des cantharides.

L'euphorbe contient deux résines différentes, dont l'une, qui a pour formule $C^{40}H^{30}O^{6}$, est amorphe et cassante à froid. (M. JOHNSTON.)

GALBANUM.

Cette gomme-résine vient de Smyrne, et provient d'une espèce d'ombellifère, le *Bubon galbanum*. Elle se rencontre dans le commerce sous forme de grains ronds, translucides, roussâtres. Sa saveur est d'abord brûlante, puis fraîche et amère. Elle renferme une huile essentielle et une résine. (MEISSNER et PELLETIER.)

La distillation de la résine galbanum avec de l'eau fournit d'abord environ 7 pour 100 d'une huile essentielle qui, purifiée, bout à 160°; elle est dextrogyre, isomérique avec l'essence de térébenthine, et susceptible, comme cette dernière, de former avec l'acide chlorhydrique une combinaison cristallisée. Le résidu, traité à l'ébullition et à plusieurs reprises par un lait de chaux, a fourni une liqueur d'un jaune foncé de laquelle les acides précipitent une résine en flocons jaunâtres.

La dissolution alcoolique de cette résine, chauffée pendant longtemps à 100° dans un tube scellé, donne de l'ombelliférone lorsqu'elle a été préalablement saturée d'acide chlorhydrique.

La distillation sèche de la résine donne, en même temps que l'ombelliférone, une huile d'une belle couleur bleue qui, lavée à la potasse étendue pour enlever l'ombelliférone, puis à l'eau pure, séchée et rectifiée, présente une composition correspondant à la formule $C^{40}H^{30}O^{2}$.

Cette huile bout à 289°; elle possède une faible odeur aromatique; elle s'épaissit sans se solidifier, dans un mélange réfrigérant. Traitée à l'ébullition par le potassium ou le sodium, elle se transforme en un hydrocarbure $C^{40}H^{30}$, bouillant à 254°, soluble dans l'alcool absolu, dans l'éther et dans le sulfure de carbone.

L'acide phosphorique anhydre, en réagissant sur l'huile bleue, produit un liquide bouillant de 250° à 253°, dont la composition est exprimée par la formule $C^{80}H^{58}O^{2}$.

M. Mœssmer considère ces trois substances respectivement comme un alcool, un éther et un hydrure :

Huile bleue..... $\left\{\begin{matrix} C^{40}H^{29} \\ H \end{matrix}\right\} O^{2}$.

Produit obtenu par PhO^{5} . $\left\{\begin{matrix} C^{40}H^{29} \\ C^{40}H^{29} \end{matrix}\right\} O^{2}$.

Produit obtenu par Na.... $\left\{\begin{matrix} C^{40}H^{29} \\ H \end{matrix}\right\}$.

(M. MŒSSMER, *Répert. chim. pure*, t. IV, p. 228.)

RÉSINE DE JALAP.

La *résine de jalap* s'extrait de la racine du *Convolvulus jalapa*. Lorsqu'on la chauffe ou qu'on la frotte, elle répand une odeur désagréable et caractéristique. Cette résine, purifiée par plusieurs lavages à l'éther, est incolore, transparente, insoluble dans l'eau et dans l'éther, très-soluble dans l'alcool et dans l'acide acétique. M. Kayser lui a donné le nom de *rhodéorétine*, et lui attribue la formule $C^{42}H^{35}O^{19}$. La résine de jalap se colore en rouge carmin sous l'influence de l'acide sulfurique concentré. L'acide azotique bouillant la convertit en *acide ipomique*.

En s'unissant aux bases, elle fixe 1 équivalent d'eau et donne un acide faible, l'*acide rhodéorétinique*, soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther; cet acide est inodore et possède une saveur amère.

Une dissolution alcoolique de rhodéorétine, traitée par l'acide chlorhydrique, change cette résine en une substance liquide, le *rhodéorétinol*, qui a pour formule $C^{30}H^{23}O^{4}$. Dans cette réaction, il se forme en même temps du glucose.

L'acide rhodéorétinique, traité par l'acide chlorhydrique, donne aussi du rhodéorétinol.

L'éther qui a servi à la purification de la rhodéorétine retient une autre résine molle, brunâtre, acide, d'une saveur très-âcre, d'une odeur de jalap.

Il existe encore dans le commerce une autre espèce de racine de jalap qui donne une résine particulière, acide, soluble dans l'éther, inodore, insipide, cassante, fusible : elle a reçu le nom de *pararhodéorétine*, et a pour formule $C^{42}H^{34}O^{18}$.

Les résines de jalap renferment différents principes qui, par leurs propriétés chimiques, se rangent dans la classe des glucosides ; ce sont la *convolvuline* et la *jalapine;* elles ont été étudiées dans le tome V de ce traité, page 151.

RÉSINES DE LA RACINE DE RHUBARBE.

La racine de rhubarbe contient, suivant MM. Dœpping et Schlossberger, trois résines solubles dans l'alcool.

Aporétine. — Cette résine est brune, peu soluble dans l'eau et dans l'éther, soluble dans la potasse et dans l'ammoniaque, peu soluble dans l'alcool, même à chaud.

Phaiorétine. — Cette substance est d'un jaune brun, très-peu soluble dans l'eau et dans l'éther, très-soluble dans l'alcool.

Érythrorétine. — Cette résine et d'un jaune foncé, d'une saveur faible. Elle fond au-dessous de 100°, se dissout dans l'alcool, difficilement dans l'eau et dans l'éther. Elle forme avec les alcalis des dissolutions d'un rouge pourpre très-riche.

SANG-DRAGON.

Le *sang-dragon* s'extrait du *Dracæna draco*. Cette substance est ordinairement d'un brun rouge. MM. Boudault et Glénard ont constaté, dans les produits de sa distillation, du toluène $C^{14}H^{8}$, du cinnamène $C^{18}H^{8}$, de l'acide benzoïque, de l'acétone et une huile oxygénée qui donne de l'acide benzoïque sous l'influence de la potasse.

L'alcool dissout facilement le sang-dragon : la dissolution précipite en rouge ou en violet plusieurs sels métalliques.

GOMME-GUTTE.

La *gomme-gutte* paraît provenir du *Stalagmites cambogioides*, qui croît dans l'île de Ceylan. On la trouve sous la forme de masses cylindriques, d'une saveur âcre, faible; sa poudre est d'un jaune très-éclatant; l'eau forme avec elle une sorte d'émulsion. Elle contient 80 parties de résine jaune, 19 parties de gomme et des traces de substances étrangères.

(M. Braconnot.)

L'alcool et les résines dissolvent la gomme-gutte en prenant une belle teinte rouge. La dissolution ammoniacale de gomme-gutte est précipitée en rouge par les sels de baryte, en jaune par les sels de zinc, en jaune rougeâtre par l'acétate de plomb et en brun jaunâtre par l'azotate d'argent.

La résine contenue dans la gomme-gutte est séparée facilement au moyen de l'éther; elle est d'un rouge hyacinthe; sa poussière est d'un très-beau jaune. Elle jouit de propriétés acides très-tranchées; ses combinaisons avec les alcalis sont rouges et précipitables, comme les savons, par le sel marin. Cette résine devrait être représentée par la formule $C^{60}H^{35}O^{12}$ (M. Buchner). Le chlore l'attaque rapidement; l'acide azotique la convertit en acide oxalique.

La gomme qui accompagne la résine dans la gomme-gutte paraît avoir la même composition que l'amidon. (M. Buchner.)

GOMME D'OLIVIER.

Pelletier a retiré du suc résineux de l'olivier sauvage une substance cristalline à laquelle il a donné le nom d'*olivyle*. Ce corps présente une grande analogie avec les résines; ses propriétés ont été examinées récemment par M. Sobrero.

Pour obtenir l'olivyle, on sépare d'abord de la gomme d'olivier la résine soluble dans l'éther, puis on traite la résine par l'alcool bouillant. L'olivyle cristallise par le refroidissement.

L'olivyle est blanche, inodore, d'une saveur amère. Elle cristallise en petits prismes groupés en étoiles, peu solubles dans l'eau et dans l'éther. L'olivyle se dissout en toutes proportions dans l'alcool bouillant et dans les alcalis; elle fond à 120°. Sa dissolution aqueuse réduit les sels d'or et d'argent.

L'olivyle cristallisée dans l'eau a pour formule $C^{28}H^{18}O^{10},2HO$. Dans le vide elle devient $C^{28}H^{18}O^{10},HO$; à 108°, elle perd encore 1 équivalent d'eau et devient $C^{28}H^{18}O^{10}$.

Soumise à la distillation, l'olivyle donne naissance à l'*acide pyrolivylique*, qui, d'après M. Sobrero, a pour formule $C^{20}H^{12}O^{4},HO$.

L'acide chromique oxyde l'olivyle, et forme un composé qui a pour formule $Cr^{2}O^{3},C^{28}H^{18}O^{13}$.

MYRRHE.

La *myrrhe* provient du *Balsamodendron myrrha*. Elle a la forme de larmes pesantes, aromatiques, rouges, irrégulières, demi-transparentes, fragiles et brillantes dans leur cassure. Elle se compose d'une huile essentielle, le *myrrhol*, et d'une résine, la *myrrhine*.

Le myrrhol est épais, d'une couleur jaune vineux, et d'une odeur pénétrante. Il est plus léger que l'eau; il a pour formule $C^{44}H^{30}O^{4}$.

La myrrhine fond à 94° environ. Chauffée à 168°, elle donne un liquide très-acide, l'*acide myrrhique*, qui a pour formule $C^{48}H^{32}O^{8}$.

M. Heckmeyer a trouvé dans la myrrhe, une gomme ressemblant à la gomme adragante, une gomme précipitable par l'acétate neutre de plomb, et une gomme ressemblant à la gomme arabique.

SAGAPÉNUM.

Le *sagapénum* est une résine molle, d'une odeur très-désagréable, qui donne une huile essentielle à la distillation; elle forme avec l'alcool une dissolution d'une couleur jaune clair qui, par l'évaporation, laisse déposer une résine liquide à 100°, d'une odeur alliacée et qui a pour formule $C^{40}H^{56}O^{9}$.

On extrait le sagapénum du *Ferula persica*.

Le sagapénum contient :

Résine	50,29
Gomme	32,72
Huile volatile	3,73
Mucilage	3,48
Sulfate et malate de chaux	0,85
Phosphate de chaux	0,27
Eau	4,60
Matières étrangères	3,30
Perte	0,76
	100,00

(Brandes.)

OLIBAN, OU ENCENS.

Ce corps présente l'aspect de larmes allongées ou arrondies, d'un jaune rougeâtre. Sa saveur est âcre et aromatique. Il ne se dissout entièrement ni dans l'eau ni dans l'alcool.

L'oliban est un mélange de plusieurs gommes-résines. La plus grande partie de l'oliban se compose d'une résine acide qui a pour formule $C^{40}H^{64}O^{6}$.

Cette résine répand en brûlant une odeur des plus agréables. Elle est accompagnée d'une quantité variable d'huile essentielle.

On a en outre trouvé dans l'oliban une résine qui a pour formule $C^{40}H^{64}O^{4}$, et qui ressemble à la colophane (M. Johnston), et une gomme paraissant identique avec la gomme arabique. (M. Heckmeyer.)

OPOPANAX.

L'*opopanax* est rougeâtre à l'extérieur et d'un jaune marbré de rouge à l'intérieur, d'une saveur âcre et amère, d'une odeur aromatique très-forte.

Il contient une résine verte qui, traitée par l'alcool, donne une solution brune foncée, et, par l'évaporation, une résine brune d'une odeur particulière, fusible à 100° et qui a pour formule $C^{40}H^{50}O^{14}$.

L'opopanax brut renferme :

Résine	42,0
Gomme	33,4
Amidon	4,2
Matière extractive et acide malique	4,4
Ligneux	9,8
Cire	0,3
Huile volatile et perte	5,9
	100,0

(Pelletier.)

SCAMMONÉE.

Cette résine provient du *Convolvulus scammonia* et du *Convolvulus hirsutus*. (M. Guibourt.)

On trouve dans le commerce deux variétés de scammonées : 1° la *scammonée d'Alep*, d'un gris noirâtre, à cassure terne, d'une odeur forte, et ordinairement recouverte d'une poussière grise qui se forme par le frottement des morceaux les uns contre les autres ; 2° la *scammonée de Smyrne*, qui est très-dense, d'un brun terne, d'une odeur faible et désagréable.

Le composé que l'on désigne sous le nom de *scammonée de Montpellier* est fabriqué dans le midi de la France avec le suc du *Cynanchum monspeliacum*, auquel on ajoute différentes matières résineuses et purgatives.

La scammonée, mise en digestion avec de l'alcool à froid, donne une dissolution jaune pâle, qui, par l'évaporation, abandonne une résine jaune, opaque, dure, cassante, fusible à 142°, qui a pour formule $C^{40}H^{66}O^{20}$.

La scammonée est un purgatif violent.

Nous donnons ici les résultats obtenus dans l'analyse de trois sortes de scammonée d'Alep :

Résine	81,25	78,50	77,0
Cire	0,75	1,50	0,5
Matière extractive	4,50	3,50	3,0
Matière avec sels	»	2,00	1,0
Gomme avec sels	3,00	2,00	1,0
Amidon	»	1,50	»
Téguments d'amidon, bassorine et gluten	1,75	1,25	»
Albumine et fibrine	1,50	3,50	3,50
Alumine, oxyde de fer, carbonate de chaux et de magnésie	3,75	2,75	12,5
Sable	3,50	3,50	2,0
	100,00	100,00	100,0

(M. Clamor-Marquart.)

BAUMES.

Les baumes constituent les substances résineuses de la cinquième classe.

Il résulte d'un travail général publié sur les baumes, par M. Fremy, que ces substances résineuses ne sont pas toujours caractérisées, comme on le pensait autrefois, par la présence de l'acide benzoïque, mais qu'il existe deux espèces de baumes distinctes l'une de l'autre : 1° les baumes à acide benzoïque; 2° les baumes à acide cinnamique. Cette distinction une fois établie, on a déterminé la nature des corps qui, dans les baumes, produisent la substance résineuse, l'acide cinnamique et l'acide benzoïque.

Les baumes, exposés à l'air, s'épaississent peu à peu, et souvent même finissent par se solidifier complétement. Pour déterminer les modifications qu'un baume peut éprouver à l'air, il faudrait donc examiner un baume non altéré, c'est-à-dire au moment même où il s'écoule des arbres qui le produisent. Malheureusement les baumes, tels qu'on les trouve dans le commerce, sont déjà en partie résinifiés. On peut donc les considérer comme des mélanges d'huile essentielle, de différentes matières résineuses, et d'acide cinnamique ou d'acide benzoïque. Il est probable qu'un baume non altéré serait liquide, et ne contiendrait ni résine, ni acide benzoïque ou cinnamique.

Parmi les baumes à acide benzoïque pur, nous citerons le benjoin. Le baume du Pérou liquide ne contient, au contraire, que de l'acide cin-

namique. Il existe certains baumes qui donnent à la fois de l'acide cinnamique et de l'acide benzoïque.

BAUME DU PÉROU LIQUIDE.

On trouve dans le commerce deux baumes du Pérou : l'un est liquide, l'autre est solide. Ce dernier baume provient probablement de l'altération du premier, et ressemble beaucoup au baume de Tolu.

Le baume du Pérou liquide contient deux substances fort intéressantes : l'une est liquide, et a été nommée *cinnaméine ;* l'autre est solide, cristallisable, isomérique avec l'hydrure de cinnamyle; on lui a donné le nom de *métacinnaméine.* (M. Fremy.)

Pour obtenir la cinnaméine pure, on peut avoir recours à deux méthodes : 1° On ajoute dans du baume du Pérou liquide une dissolution concentrée de potasse, et l'on agite vivement; il se forme un magma brun qui est un mélange de résinate et de cinnamate de potasse insoluble dans la cinnaméine, qui se trouve ainsi isolée, et que l'on décante immédiatement. 2° On dissout le baume du Pérou dans de l'alcool à 36°; on ajoute dans la liqueur une dissolution alcoolique de potasse; le cinnamate de potasse reste en dissolution dans l'alcool, tandis que le résinate de potasse se précipite. La liqueur alcoolique, traitée par l'eau, laisse précipiter la cinnaméine.

La cinnaméine est liquide, légèrement colorée en jaune. Elle bout à 305° (M. Plantamour); son odeur est faible et agréable; elle est à peine soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Elle tache le papier comme les huiles grasses. La distillation la décompose en partie. Sa composition est exprimée par la formule $C^{54}H^{26}O^{8}$.

La cinnaméine, soumise à l'influence de la potasse, éprouve une sorte de saponification, se change en cinnamate de potasse, et produit en outre un corps neutre qu'on a nommé *péruvine :*

$$\underbrace{C^{54}H^{26}O^{8}}_{\text{Cinnaméine.}} + 2HO = \underbrace{2(C^{18}H^{8}O^{4})}_{\text{Acide cinnamique.}} + \underbrace{C^{18}H^{12}O^{2}}_{\text{Péruvine.}}.$$

Si l'on fait chauffer la cinnaméine avec de l'hydrate de potasse, il se dégage de l'hydrogène, et l'on obtient encore du cinnamate de potasse, mais il ne se forme alors que des quantités très-faibles de péruvine. Cette réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{54}H^{26}O^{8}}_{\text{Cinnaméine.}} + 4HO = \underbrace{3(C^{18}H^{8}O^{4})}_{\text{Acide cinnamique.}} + H^{6}.$$

L'acide sulfurique agit sur la cinnaméine et la transforme, même à froid, en une substance résineuse qui a pour formule $C^{54}H^{30}O^{12}$. On voit que la transformation de la cinnaméine en résine, sous l'influence de l'acide sulfurique, est due à un phénomène d'hydratation : la produc-

tion d'une résine par l'hydratation de la cinnaméine pourrait expliquer la formation des résines dans les baumes.

L'acide azotique agit sur la cinnaméine, produit une résine jaune et une quantité très-notable d'essence d'amandes amères. La cinnaméine, placée dans une cloche remplie d'oxygène, absorbe lentement ce gaz et se transforme en acide cinnamique.

La *péruvine* est, comme nous l'avons dit, la substance qui se forme dans l'action de la potasse à froid sur la cinnaméine. Elle a pour formule $C^{18}H^{12}O^{2}$; elle contient 4 équivalents d'hydrogène de plus que l'hydrure de cinnamyle $C^{18}H^{8}O^{2}$.

La péruvine est liquide; elle bout à 180°, est plus légère que l'eau, très-volatile, peu soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther; elle peut cristalliser quand on la refroidit à — 15°. Son odeur est agréable et aromatique. L'acide azotique la transforme partiellement en hydrure de benzoyle; la potasse, même en fusion, n'agit pas sur la péruvine.

La *métacinnaméine* est une substance cristalline que l'on trouve dans quelques échantillons de baume du Pérou, mais qui n'existe pas dans tous. Pour l'obtenir, il suffit d'exposer pendant plusieurs jours la cinnaméine à une température de plusieurs degrés au-dessus de zéro; elle se dépose alors en cristaux parfaitement blancs.

La métacinnaméine est isomérique avec l'hydrure de cinnamyle $C^{18}H^{8}O^{2}$; elle est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther; la potasse la transforme facilement en cinnamate de potasse. Soumise à l'influence du chlore gazeux, la métacinnaméine se transforme en chlorure de cinnamyle. (M. Fremy.)

M. Sharling considère la cinnaméine comme une combinaison d'acide cinnamique et de péruvine, et il regarde cette dernière comme isomérique avec l'alcool benzoïque. M. Kraut l'envisage comme identique avec cet alcool, et admet que la métacinnaméine de M. Fremy est identique avec la styracine, dont M. Sharling a démontré la présence dans le baume du Pérou. M. E. Kopp envisage la cinnaméine et la métacinnaméine comme des modifications de la styracine.

Ce que nous venons de dire sur les propriétés de la cinnaméine et de la métacinnaméine prouve clairement que l'acide cinnamique qui existe dans le baume du Pérou provient de l'oxydation des deux corps dont nous venons de décrire les propriétés; quant à la partie résineuse, on peut admettre qu'elle provient de l'hydratation de la cinnaméine.

Le baume du Pérou est maintenant employé dans les laboratoires pour préparer l'acide cinnamique.

Le baume du Pérou, soumis à la distillation après avoir été mélangé avec de la pierre ponce grossièrement pulvérisée, donne un produit aqueux, un produit huileux et de l'acide benzoïque.

Le produit oléagineux, soumis à la rectification, donne d'abord une huile légère, bouillant à 175°, et ensuite une matière plus dense, bouil-

lant à 250°, et qui paraît être un mélange de benzoate de méthyle et d'acide phénique.

L'huile légère, soumise à la distillation à plusieurs reprises avec de la potasse caustique, donne, après une nouvelle rectification à 150°, un produit qui, au contact du potassium, dégage de l'hydrogène, et laisse un résidu gélatineux qui commence à bouillir à 100° et qui laisse à 140° un résidu présentant tous les caractères du métastyrol.

(M. Sharling, *Ann. de chim. et de phys.*, t. XLVII, p. 385.)

BAUME DE TOLU.

Le baume de Tolu s'extrait par incision de l'écorce du *Toluifera balsamum*, qui croît dans l'Amérique méridionale, près de Carthagène et de Tolu. Il est jaune; son odeur est balsamique et agréable. Il est tantôt visqueux comme la térébenthine, et tantôt dur comme le benjoin. Il contient une substance résineuse qui paraît être un mélange de plusieurs résines de consistances différentes. L'acide libre du baume de Tolu n'est autre que de l'acide cinnamique pur; en effet, le baume de Tolu, traité un grand nombre de fois par une solution bouillante de carbonate de soude, ne donne que de l'acide cinnamique; mais si l'on examine les acides obtenus par la distillation du baume ou extraits par les lessives alcalines concentrées, on voit que les résines se transforment de manière à donner naissance à une forte proportion d'acide benzoïque.

D'après M. Sharling, le baume de Tolu renferme de l'acide benzoïque libre; il n'y a pas trouvé de cinnaméine, ni d'éther benzoïque, mais parmi les produits de la distillation du baume de Tolu, paraissent se trouver du benzoate de méthyle et de l'acide phénique.

(M. Sharling, *Ann. de chim. et de phys.*, t. XLVII, p. 385.)

La partie résineuse du baume de Tolu est formée de deux résines distinctes; l'une est très-soluble dans l'alcool froid, tandis que l'autre y est peu soluble.

La résine α $C^{36}H^{18}O^{6}$ s'obtient en épuisant le baume par de l'alcool froid et évaporant; elle est brune, cassante, d'une saveur brûlante. Elle est soluble dans l'éther et dans les alcalis.

La résine β $C^{36}H^{20}O^{10}$ est insoluble dans l'alcool, très-cassante, d'une couleur jaune brunâtre; elle se dissout dans la potasse caustique.

Les résines, distillées avec précaution en présence de la soude caustique, fournissent du toluène $C^{14}H^{8}$, et le résidu contient du cumobenzoate de soude.

La résine α, dissoute dans la potasse et abandonnée à l'air, se change en résine β, en même temps qu'il se forme de l'acide cinnamique.

D'après M. E. Kopp (*Ann. de chim. et de phys.*, t. XX, p. 379), le baume de Tolu se trouve formé primitivement de la résine molle à $C^{36}H^{18}O^{6}$, qui, sous l'influence de l'air, se transforme en acide cinnamique et en résine β. En effet, le baume de Tolu durcit avec le temps et renferme une plus grande quantité d'acide cinnamique.

Les résines du baume de Tolu, traitées par l'acide azotique, forment à la distillation de l'essence d'amandes amères. 4 kilogrammes de baume de Tolu visqueux, distillés avec de l'eau, donnent 8 grammes environ d'une essence complexe qui paraît être un mélange de cinnaméine et d'un carbure d'hydrogène nommé *tolène* (M. Deville). Ce carbure d'hydrogène, dont la composition a été fixée par M. E. Kopp, a pour formule $C^{10}H^{8}$. Il bout vers 160°. Sa densité à 10° est 0,858. Sa saveur est piquante, légèrement poivrée ; son odeur rappelle un peu celle de l'élémi.

M. Deville a examiné la nature des corps pyrogénés qui se produisent dans la distillation du baume de Tolu ; il a reconnu dans ces produits la présence de l'acide benzoïque, de l'acide cinnamique, d'un liquide très-remarquable qui serait isomérique avec l'éther benzoïque, et d'un carbure d'hydrogène qu'il a nommé *benzène* (toluène) $C^{14}H^{8}$ (voy. page 48).

LIQUIDAMBAR.

On connaît dans le commerce deux espèces de liquidambar, le *liquidambar liquide* et le *liquidambar visqueux*. Le baume liquide présente, au point de vue chimique la plus grande analogie avec le baume du Pérou liquide; il contient probablement de la cinnaméine. Le liquidambar visqueux paraît identique avec le baume de Tolu.

Il est produit par un grand arbre (*Liquidambar styraciflua*) qui croît dans la Louisiane, dans la Floride et au Mexique.

STYRAX LIQUIDE.

Nous ne reviendrons pas sur les produits importants retirés de ce baume, nous renvoyons le lecteur au tome V de ce traité, page 661, où on les a fait connaître en détail.

SYCORÉTINE.

La plante australienne, *Ficus rubiginosa*, produit une exsudation; celle-ci renferme 14 pour 100 environ d'un éther particulier, l'*acétate sycocérylique* $C^{40}H^{32}O^{4}$, homologue de l'acétate benzilique (t. V, p. 660). Le reste constitue une résine amorphe, la sycorétine.

(MM. Warren de la Rue et H. Mueller.)

BENJOIN.

Ce baume, qu'on extrait par incision d'une espèce d'aliboufier qui se rencontre abondamment à Sumatra et dans le royaume de Siam, contient plusieurs résines différentes, de l'acide benzoïque, et une huile essentielle d'une odeur agréable, analogue à l'hydrure de benzoyle, et formant, par son oxydation, de l'acide benzoïque.

On peut admettre que le benjoin, au moment où il vient d'être sécrété, contenait deux substances liquides différentes : l'une qui a produit la

partie résineuse du baume, et l'autre qui, en s'oxydant, s'est transformée en acide benzoïque.

MM. Kolbe et Lautemann ont trouvé en outre, dans certains échantillons de benjoin de Siam, un acide différent de l'acide benzoïque, et qui est un acide mixte, renfermant de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. (*Ann. de chim. et de phys.* t. LX, p. 364.)

Le benjoin, soumis à la distillation, donne naissance à plusieurs huiles parmi lesquelles on trouve l'éther benzoïque (M. Cahours). Il est probable que cet éther benzoïque ne s'est pas formé par la distillation, mais qu'il provient du sucre du végétal qui, en fermentant en présence de l'acide benzoïque, a produit l'éther benzoïque.

On retrouve encore, parmi les produits de la distillation du benjoin, de l'acide phénique.

L'action de l'acide azotique sur le benjoin donne des dérivés appartenant à la série benzoïque et à la série phénique. L'acide sulfurique produit un acide conjugué et deux résines.

Le benjoin sert à préparer l'acide benzoïque; il entre dans la composition du baume du commandeur. Dissous dans l'alcool, il forme le *lait virginal*.

RÉSINE DE XANTHORRHEA HASTILIS.

Cette résine a été examinée par M. Stenhouse. Elle est d'une couleur jaune rouge, d'une odeur agréable, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Sa dissolution dans l'hydrate de potasse, traitée par l'acide chlorhydrique, laisse déposer de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. L'acide azotique la convertit en acide picrique. Par la distillation sèche, cette résine donne une huile volatile neutre et légère, qui possède toutes les propriétés du cinnamène, et une huile pesante et acide qui a les mêmes propriétés que l'acide phénique.

MYROXOCARPINE. $C^{48}H^{35}O^{6}$.

Cette substance, extraite par M. Stenhouse du baume qu'exsude une espèce de *Myrospermum* des environs de San-Sonato, présente l'aspect de prismes incolores fusibles à 115°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans l'éther.

Le chlore attaque à chaud la myroxocarpine et la convertit en une matière amorphe. L'acide azotique bouillant la transforme en acide oxalique et en un corps incristallisable.

Nous ferons suivre l'étude des principales résines d'un tableau contenant quelques caractères de plusieurs résines encore imparfaitement connues :

NOMS DES RÉSINES.	CARACTÈRES PRINCIPAUX.	ORIGINE.
Résine d'andira.....	L'andira est une résine soluble dans l'alcool, d'une saveur très-amère. Elle est soluble dans les liqueurs alcalines, l'acide sulfurique concentré, l'acide nitrique, les huiles essentielles et les corps gras. Le bois dont on la retire cause aux ouvriers qui le travaillent des accidents inflammatoires.	Se retire de l'*Andira anthelmintica*. (M. Th. Peckolt.)
Résine antiar. $C^{32}H^{24}O^{2}$. (M. Mulder.) ...	Cette résine est blanche, fusible à 60°, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles essentielles. Elle n'est pas vénéneuse.	On l'extrait du suc vénéneux de l'*Antiar* avec lequel les indigènes de Java empoisonnent leurs flèches. (Pelletier et Caventou.)
Résine bdellium. $C^{45}H^{30}O^{4}$. (M. Johnston.).	Il existe deux espèces de bdellium : le bdellium d'Afrique, qui se présente en larmes arrondies et rougeâtres, d'une odeur faible, d'une saveur amère (Pelletier) ; le bdellium de l'Inde, qui est en larmes noires, d'une odeur forte, d'une saveur amère.	Cette résine provient du *Balsamodendron africanum*. Le bdellium de l'Inde exsude de l'*Amyris gummiphora*.
Résine de bouleau (bétuline).....	La bétuline est cristallisable, fusible à 200° et volatile; ses vapeurs ont l'odeur de l'écorce de bouleau échauffée.	La bétuline se retire de l'écorce de bouleau. (M. Lowitz.)
Résine de céradie. $C^{20}H^{14}O^{2}$.....	Cette résine est jaunâtre ; son odeur rappelle celle de l'encens; sa densité est égale à 1,197.	Le *Ceradia furcata*, d'où s'écoule cette résine, se rencontre sur les côtes d'Afrique, en face de l'île d'Ichaboé. (M. Thomson.)
Résine de gomart.....	La résine de gomart est blanche, peu fusible, d'une texture cristalline; son odeur rappelle à la fois celle de l'essence d'élémi et celle de l'essence de térébenthine. Elle donne 4,7 pour 100 d'huile essentielle à la distillation.	La résine de gomart se recueille sur le gomart des Antilles (*Bursera gummifera*.) (M. Deville.)
Résine ladanum. $C^{40}H^{30}O^{6}$. (M. Johnston).	Cette résine est noire, molle; son odeur ressemble à celle de l'ambre gris.	Le ladanum exsude des feuilles et des rameaux du *Cistus creticus*. (Pelletier.)

VERNIS.

Les substances résineuses dont nous venons d'indiquer les principales propriétés sont ordinairement employées à la confection des vernis.

Un vernis peut être considéré comme une dissolution d'une ou de plusieurs matières résineuses dans un liquide volatil ou pouvant se dessécher à l'air.

La qualité d'un vernis dépend en général de la dureté de la résine qu'on a dissoute. Nous donnons la liste des principaux corps qui entrent dans la composition des vernis :

Liquides dissolvants.	Corps solides.	Colorants.
Huile d'œillette.	Copal.	Gomme-gutte.
Huile de lin.	Succin.	Sang-dragon.
Essence de térébenthine.	Mastic.	Aloès.
Essence de romarin.	Sandaraque.	Safran.
Alcool.	Laque.	
Éther.	Élémi.	
Esprit de bois.	Benjoin.	
Acétone.	Colophane.	
	Arcanson.	
	Animé.	
	Caoutchouc.	

Plusieurs résines peuvent entrer immédiatement dans la composition des vernis; mais d'autres, telles que la laque et le copal, demandent une préparation préalable qui détermine leur solubilité dans l'alcool et l'éther.

Des observations fort importantes, que l'on doit à MM. Soehnée, démontrent que l'on rend la résine laque soluble dans l'alcool en la laissant s'oxyder à l'air.

Les bons vernis doivent présenter les caractères suivants :

1° Après la dessiccation, ils doivent rester brillants, sans présenter un aspect gras ou terne.

2° Ils doivent adhérer intimement à la surface des corps, et par conséquent ne pas s'écailler, même au bout d'un temps assez long.

3° Leur dessiccation doit être aussi rapide que possible, sans que leur dureté soit diminuée.

On donne le nom de *vernis gras* aux vernis qui contiennent une certaine quantité d'huile grasse siccative. On emploie en général, dans les vernis gras de bonne qualité, le copal ou le succin.

Ce sont surtout les variétés de copal dur et demi-dur qui entrent dans la composition des vernis gras. Ces copals ne deviennent solubles dans un mélange d'essence de térébenthine et d'huile, que lorsqu'on leur a fait perdre par la distillation 20 à 25 pour 100 de leur poids, ce qui exige une température de 360°; lorsqu'ils ont perdu davantage, ils sont

plus solubles encore, mais aussi plus colorés. L'huile de copal, qu'on obtient dans cette distillation, possède la propriété de dissoudre les copals tendres et demi-durs, elle pourrait donc être employée avantageusement à la confection des vernis.

(M. VIOLETTE, *Mémoires de la Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. — Répertoire de chimie appliquée*, t. IV, p. 329.)

Les vernis à l'alcool peuvent supporter le poli, mais présentent en général moins de solidité que les vernis à l'essence : l'alcool, en effet, s'évapore plus rapidement que l'essence et laisse comme résidu la substance résineuse pure; tandis que l'essence de térébenthine, s'oxydant au contact de l'air, forme une couche résineuse qui donne de la fixité aux résines. L'essence de térébenthine appliquée sur un objet pourrait produire à elle seule une sorte de vernis. On corrige souvent la sécheresse des vernis à l'alcool en y ajoutant une certaine quantité de substances huileuses ou bien des résines molles.

COMPOSITION DE QUELQUES VERNIS.

Vernis siccatif pour meubles.

	Grammes.
Copal tendre	90
Sandaraque	100
Mastic	90
Térébenthine	75
Verre pilé	100
Alcool	1000

Vernis pour violons.

Sandaraque	120
Laque en grains	60
Mastic	30
Benjoin	30
Verre pilé	120
Térébenthine	60
Alcool	1000

Vernis à poncer pour meubles.

Sandaraque	250
Mastic	26
Sarcocolle	25
Térébenthine de Venise	30
Benjoin	8
Alcool	500

Vernis pour donner au laiton la couleur de l'or.

Laque en grains	180
Succin fondu	60
Gomme-gutte	6
Extrait de santal rouge	1
Sang-dragon	35
Safran	2
Verre en poudre	120
Alcool	1000

Vernis pour les peintres.

Sandaraque	120
Mastic	30
Térébenthine de Venise	6
Huile de lin cuite	750
Essence de térébenthine	90

Vernis changeant pour métaux.

Laque en grains	120
Sandaraque	120
Sang-dragon	15
Curcuma	2
Gomme-gutte	2
Verre pilé	150
Térébenthine	60
Essence de térébenthine	980

Vernis à l'essence pour tableaux.

Mastic	360
Térébenthine	45
Camphre	15

	Grammes.
Verre pilé	150
Essence de térébenthine	1100

Vernis de succin pour le bois doré.

Colophane	15
Succin	60
Élémi	30
Essence de térébenthine	375

Vernis pour fer.

Colophane	120
Sandaraque	180
Gomme-laque	60
Essence de térébenthine	120
Alcool	180

Vernis à graver sur cuivre.

Cire jaune	46
Mastic	30
Asphalte	15

Vernis pour graver sur verre.

	Grammes.
Mastic	15
Térébenthine	7
Huile d'aspic	4

Vernis négatif pour photographes.

Benjoin préalablement fondu (résine blanche)	62
Alcool	475
Sandaraque	0,65

On ajoute ensuite 30 gouttes de vernis au mastic préparé avec 31 grammes de mastic, et 200 centimètres cubes d'essence de térébenthine.

Vernis de transport pour photographes.

Gomme laque blanche	31
Eau	155
Borax	2,6

MATIÈRES TINCTORIALES.

On désigne sous le nom de *matière tinctoriale* toute substance colorée ou colorable, qui, mise en dissolution, peut se fixer sur les fibres textiles, soit par simple contact, soit par l'intermédiaire d'un corps auxiliaire, mais toujours grâce à une véritable combinaison chimique, pour engendrer une ou plusieurs couleurs.

Au contraire, on donne simplement le nom de *couleurs* à des substances telles que l'outremer, le charbon, le cuivre divisé, qui ne peuvent se fixer sur aucune fibre sans le concours d'agents plastiques (cire, résine, albumine, etc.)

Les matières tinctoriales peuvent se diviser en deux grandes classes, suivant qu'elles sont *minérales* ou *organiques*. Celles-ci seulement feront actuellement l'objet de notre étude, les premières ayant déjà été examinées à différents titres dans la partie de cet ouvrage consacrée à la chimie minérale.

Jusque dans ces dernières années on ne connaissait de substances tinctoriales organiques que celles qui se rencontrent dans la nature. Grâce aux progrès de la chimie, nous sommes aujourd'hui en état de préparer de toutes pièces des matières colorantes qui effacent par leur vivacité et leur éclat toutes celles déjà connues. L'importance qu'ont prise ces produits dès leur première apparition, le grand nombre d'industries qu'ils ont créées ou modifiées, nous obligent à consacrer un chapitre spécial à l'examen des *matières colorantes artificielles*.

MATIÈRES COLORANTES ORGANIQUES NATURELLES.

Les matières colorantes sont répandues indistinctement dans tous les organes des êtres vivants. On en trouve dans les racines des plantes : telles sont les matières colorantes de l'orcanette, du curcuma, de la garance, etc. On peut les extraire aussi des tiges des végétaux, comme du santal, du campêche, du bois de Brésil, du quercitron ; les feuilles, les fleurs, les fruits et les semences des végétaux sont riches en matières colorantes. Des animaux entiers peuvent être employés comme substances tinctoriales : tels sont la cochenille et le kermès. On sait enfin que certains liquides de l'organisation animale, tels que le sang et la bile, sont fortement colorés. Les matières colorantes se trouvent rarement isolées ; on éprouve même souvent d'assez grandes difficultés pour les dégager de leurs combinaisons : elles ne préexistent pas toujours dans l'organisation végétale, et ne prennent naissance que lorsqu'on soumet les corps organiques à la fermentation ou à l'action des corps

oxydants; d'autres ne se forment qu'en présence de l'ammoniaque et de l'oxygène.

Les matières colorantes les plus communes sont jaunes, rouges ou vertes; celles qui appartiennent aux deux premières classes sont, en général, faciles à isoler.

Quant aux substances vertes, toutes celles que nous connaissons, y compris la matière colorante verte des feuilles qui a été nommée *chlorophylle*, et qui joue un rôle si important dans l'organisation végétale, ne constituent pas un principe simple, mais elles résultent de la combinaison de deux principes colorés, l'un jaune, l'autre bleu, souvent très-difficiles à séparer.

Avant de parler des principales matières colorantes, nous donnerons ici quelques généralités sur leurs propriétés.

Les matières colorantes ont souvent une saveur sucrée et légèrement âcre; elles sont inodores; il en est qui cristallisent facilement, telles que l'indigotine, l'alizarine; elles sont souvent volatiles; on doit toutefois les distiller avec précaution, car une température de 150° suffit souvent pour les décomposer.

La plupart des matières colorantes sont altérées par la lumière; sous l'influence de cet agent physique, elles absorbent de l'oxygène, éprouvent un commencement de combustion et se décolorent.

D'autre part, des faits nombreux nous montrent que la lumière détermine souvent la formation des couleurs, dont elle peut elle-même opérer ultérieurement la destruction. Ainsi le *vert de Chine* ne se forme que sous l'influence des rayons solaires.

Quelquefois la lumière et la chaleur produisent indifféremment un effet semblable. Par exemple, un tissu de soie ayant été imprégné d'une décoction de *bois d'amarante* dans l'esprit de bois, puis desséché, on pourra le teindre, ainsi que l'a fait voir M. Arnaudon, soit en le repassant avec un fer chaud, soit en l'exposant aux rayons solaires. On observe dans les deux cas l'apparition de la même couleur.

Enfin, il arrive que la chaleur, inactive par elle-même, continue l'action commencée par la lumière. M. Persoz fils a remarqué qu'un tissu chargé d'acide nitrocuminique prenait une coloration rouge vif, lorsque, après avoir été exposé directement aux rayons solaires, il était soumis à l'action de la chaleur.

Les matières colorantes sont dites *bon* ou *mauvais teint*, suivant la rapidité avec laquelle elles se décolorent à la lumière.

M. Chevreul, à qui la science est redevable de nombreux travaux sur les matières colorantes, a déterminé les différentes circonstances qui influent sur leur décoloration.

Les matières colorantes sont souvent solubles dans l'eau; quelques-unes ne se dissolvent que dans l'éther, l'alcool ou les huiles essentielles; beaucoup d'entre elles entrent en dissolution dans les acides concentrés: l'indigotine, l'alizarine et la purpurine sont dans ce cas.

La plupart, jouant le rôle d'acides, se dissolvent avec facilité dans les alcalis.

Les différents agents chimiques modifient, en général, la teinte des matières colorantes; cette propriété est mise souvent à profit dans la teinture et même dans l'analyse chimique. Nous rappellerons en effet, ici, que l'alcalimétrie et l'analyse du borax sont fondées sur les différentes teintes que prend la teinture de tournesol quand on la met en présence des acides faibles, comme les acides borique et carbonique, ou lorsqu'on la modifie par un acide énergique, comme l'acide sulfurique.

Les bases concentrées décomposent toutes les matières colorantes; mais lorsqu'elles sont étendues, elles les modifient seulement, en leur faisant prendre des nuances dont la teinture tire un grand parti. Dans quelques cas, les matières colorantes prennent naissance sous l'influence des bases et de l'oxygène; nous citerons ici le tannin, qui forme des matières colorantes d'un brun rougeâtre lorsqu'on le soumet à l'influence de l'oxygène et d'un alcali. (M. Chevreul.)

Les oxydes métalliques peuvent dans quelques cas contracter de véritables combinaisons avec les matières colorantes, qui se comportent alors comme des acides; c'est sur cette propriété qu'est fondée la préparation des *laques*, qui sont des combinaisons de matières colorantes avec l'alumine, l'oxyde d'étain, etc. Plusieurs sels agissent sur les matières colorantes par leur acide ou bien par leur base, se combinent avec elles et les fixent sur les étoffes : cette propriété sert de base à l'application des *mordants*.

Le charbon divisé et le noir animal absorbent les matières colorantes, mais ne les détruisent pas. Si l'on décolore, par exemple, par du noir animal une dissolution de bois de Fernambouc, on peut retirer la matière colorante absorbée en soumettant le charbon à l'influence d'une liqueur légèrement alcaline.

Si, employé en proportion convenable, le chlore favorise la formation de certaines matières colorantes, son action ultérieure les détruit à son tour, et aucune d'elles ne peut résister à l'influence de cet agent énergique; elles éprouvent alors une véritable combustion, perdent de l'hydrogène, qui se transforme en acide chlorhydrique, et prennent dans quelques cas du chlore.

Du reste, le chlore se comporte différemment, suivant qu'il est ou non en présence de l'eau. Parfaitement sec, il n'agit souvent que d'une manière lente sur les matières colorantes, même les plus sensibles. Au contraire, il a une action destructive très-rapide lorsqu'il est humide. Par exemple, un tissu teint en carthame peut être introduit dans un flacon de chlore sec sans se décolorer sensiblement, tandis qu'il blanchit instantanément si on l'a préalablement humecté d'eau.

On peut admettre que, sous l'influence du chlore humide, l'eau est décomposée, qu'il se forme de l'acide chlorhydrique, et que l'oxygène

de l'eau se porte sur la matière colorante pour la décomposer : dans ce cas, l'action du chlore serait comparable à celle de l'oxygène. Depuis les belles expériences de Berthollet, les tissus végétaux qui sont destinés à recevoir les matières colorantes sont, dans le plus grand nombre de cas, blanchis par le chlore.

L'acide sulfureux exerce sur les matières colorantes une action dont les arts tirent le plus grand parti : cet agent, en effet, détruit ordinairement les matières colorantes, sans altérer le tissu ; il est surtout employé pour blanchir la soie et la laine. Souvent l'acide sulfureux agit en enlevant l'oxygène ; souvent aussi il se combine avec la matière colorante et forme une combinaison incolore. On peut admettre aussi que cet acide décompose l'eau, s'empare de l'oxygène, tandis que l'hydrogène de l'eau, s'unissant à la matière colorante, forme un hydrure qui est incolore. Tout le monde sait qu'on enlève sur le linge les taches de fruits en employant l'acide sulfureux ; dans ce cas, il faut avoir le soin de laver le linge pour dissoudre l'acide sulfurique produit, qui, à la longue, pourrait détruire les fibres du tissu.

Un certain nombre de corps avides d'oxygène décolorent les matières colorantes, en opérant sur elles une modification assez faible pour que ces substances puissent reprendre immédiatement leur coloration primitive, lorsqu'on les expose à l'air. Nous citerons ici, comme agents de décoloration, l'hydrogène, l'acide sulfhydrique, le sulfhydrate d'ammoniaque, les sulfures alcalins, le protoxyde de fer, etc. On peut admettre que les corps précédents, qui ont une grande affinité pour l'oxygène, décomposent l'eau, absorbent l'oxygène, tandis que l'hydrogène de l'eau se combine avec la matière colorante. Quelques chimistes pensent, au contraire, que les matières colorantes, sous l'influence des corps que nous venons de citer, éprouvent une véritable désoxygénation.

Nous croyons qu'il ne faut adopter d'une manière absolue, ni l'une ni l'autre opinion, mais qu'il y a, suivant les cas, désoxygénation ou fixation d'hydrogène.

Une expérience très-remarquable, rapportée par M. Persoz, fait entrevoir un des rôles les plus importants des végétaux. Lorsqu'on plonge une balsamine dans une dissolution d'une matière colorante, elle la décolore, au moyen de ses racines : on voit alors circuler dans les vaisseaux capillaires de la plante un liquide incolore ; mais lorsque le liquide arrive aux pétales de la fleur, il reprend immédiatement sa coloration première. On peut donc considérer les racines d'une plante comme formant un appareil de réduction, tandis que les pétales des fleurs opèrent de véritables combustions.

Pour retirer d'un végétal des principes incolores qui peuvent ensuite se colorer à l'air, on épuise par les dissolvants la matière tinctoriale, et l'on fait entrer la substance colorante en combinaison avec l'oxyde de plomb, qui forme avec cette matière un véritable sel insoluble dans l'eau. Ce sel est décomposé par l'acide sulfhydrique qui, en précipitant

le plomb, désoxyde en même temps la matière colorante; la liqueur peut alors par l'évaporation abandonner des cristaux incolores qui, sous l'influence de l'oxygène ou des corps oxydants, reproduisent la coloration des substances tinctoriales dont on les a extraites.

Lorsqu'on plonge une fibre dans un bain de matière colorante, deux cas peuvent se présenter. Ou la fibre se charge du principe tinctorial d'une manière définitive, de façon à ne plus l'abandonner par le lavage, et il existe alors entre la matière colorante et la fibre une véritable combinaison, il y a teinture dans l'acception du mot; ou bien la fibre cède au lavage la couleur qu'elle avait absorbée. Cette fois, il y a simplement coloration, et la fixation de la matière colorante nécessite l'emploi de corps auxiliaires.

Les matières colorantes n'ont pas une égale affinité pour les tissus. Les tissus qui absorbent le plus facilement les principes colorés sont en général de nature animale, tels que la laine et la soie. Le coton, le chanvre et le lin paraissent jouir de cette propriété à un moindre degré.

Quant à la composition des matières colorantes, elle est assez variable: quelques-unes sont formées seulement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène; d'autres contiennent de l'azote. On cite plusieurs substances colorantes qui peuvent être représentées par du carbone et de l'eau.

Voici, du reste, la liste des principales matières colorantes et de leurs dérivés:

Indigo bleu	$C^{16}H^{5}AzO^{2}$.
Indigo blanc	$C^{16}H^{6}AzO^{2}$.
Isatine	$C^{16}H^{5}AzO^{4}$.
Chlorisatine	$C^{16}H^{4}ClAzO^{4}$.
Bichlorisatine	$C^{16}H^{3}Cl^{2}AzO^{4}$.
Bromisatine	$C^{16}H^{4}BrAzO^{4}$.
Bibromisatine	$C^{16}H^{3}Br^{2}AzO^{4}$.
Acide isatique	$C^{16}H^{6}AzO^{5},HO$.
Acide chlorisatique	$C^{16}H^{5}ClAzO^{5},HO$.
Acide bichlorisatique	$C^{16}H^{4}Cl^{2}AzO^{5},HO$.
Acide bibromisatique	$C^{16}H^{4}Br^{2}AzO^{5},HO$.
Imésatine	$C^{16}H^{5}AzO^{2},AzH$.
Imasatine	$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{6},AzH$.
Acide isamique	$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{8},AzH^{3}$.
Acide bichlorisamique	$C^{32}H^{8}Cl^{2}Az^{2}O^{8}AzH^{3}$.
Acide quadrichlorisamique	$C^{32}H^{6}Cl^{4}Az^{2}O^{8},AzH^{3}$.
Isamide	$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{8},2AzH^{2}$.
Isatimide	$C^{48}H^{15}Az^{3}O^{8},(AzH)^{2}$.
Isathyde	$C^{16}H^{6}AzO^{4}$.
Chlorisathyde	$C^{16}H^{5}ClAzO^{4}$.
Bichlorisathyde	$C^{16}H^{4}Cl^{2}AzO^{4}$.
Bisulfisathyde	$C^{16}H^{6}AzS^{2}O^{2}$.
Sulfisathyde	$C^{16}H^{6}AzSO^{3}$.
Indine	$C^{16}H^{5}AzO^{2}$.

Chlorindine	$C^{16}H^{4}AzClO^{2}$.
Hydrindine	$C^{32}H^{11}Az^{2}O^{4}$.
Flavindine	»
Acide indigotique	$C^{14}H^{4}AzO^{9},HO$.
Éther indigotique	$C^{4}H^{5}O,C^{14}H^{4}AzO^{9}$.
Indigotate de méthyle	$C^{2}H^{3}O,C^{14}H^{4}AzO^{9}$.
Anilamide	$C^{14}H^{6}Az^{2}O^{8}$.
Acide anthranilique	$C^{14}H^{6}AzO^{8},HO$.
Acide chrysanilique	$C^{28}H^{10}Az^{2}O^{5},HO$.
Chloranil	$C^{12}Cl^{4}O^{4}$.
Orseille	»
Acide lécanorique	$C^{32}H^{14}O^{14},2HO$.
Acide érythrique	$C^{40}H^{22}O^{20}$.
Acide érythrinique	»
Picro-érythrine	$C^{20}H^{16}O^{2}$.
Érythroglucine	$C^{8}H^{10}O^{8}$.
Amarythrine	»
Tébérythrine	»
Acide orsellique	»
Roccelline	$C^{18}H^{8}O^{7}$.
Acide évernique	$C^{36}H^{18}O^{14}$.
Acide éverninique	$C^{20}H^{10}O^{8}$.
Orcine	$C^{14}H^{8}O^{4},2HO$.
Orcéine	$C^{14}H^{7}AzO^{6}$.
Acide usnique	$C^{38}H^{17}O^{14}$.
Béta-orcine	$C^{38}H^{24}O^{10}$.
Acide érythroléique	»
Azo-érythrine	»
Acide cétrarique	$C^{34}H^{16}O^{15}$.
Acide lichenstéarique	$C^{29}H^{25}O^{6}$.
Tournesol	»
Azolitmine	$C^{18}H^{10}AzO^{10}$.
Spaniolitmine	$C^{18}H^{7}O^{16}$.
Érythroléine	$C^{26}H^{22}O^{4}$.
Érythrolitmine	$C^{28}H^{23}O^{18}$.
Hématine	$C^{16}H^{7}O^{6}$.
Alizarine	$C^{20}H^{6}O^{6}$.
Purpurine	$C^{18}H^{6}O^{6}$.
Rubiacine	»
Acide rubiacique	»
Rubian	»
Acide rubérythrique	$C^{72}H^{40}O^{40}$.
Acide chrysophanique	$C^{20}H^{8}O^{6}$?
Carmine	»
Acide carminique	$C^{28}H^{14}O^{16}$ (?).
Acide nitrococcusique	»
Brésiline	»
Carthamine	$C^{16}H^{10}O^{10}$.
Quercitrine	$C^{16}H^{7}O^{9},HO$.
Quercétine	»

Lutéoline	$C^{24}H^{10}O^{12}, HO$.
Fustet	»
Chrysorhamnine	$C^{28}H^{11}O^{11}$.
Gentianine	$C^{14}H^{5}O^{5}$.
Curcumine	»
Gardenia	»
Graine de Chine	»
Jaune indien	»
Acide euxanthique	$C^{42}H^{16}O^{22}$.
Acide chloreuxanthique	$C^{42}H^{16}Cl^{2}O^{22}$.
Acide bromeuxanthique	$C^{42}H^{16}Br^{2}O^{22}$.
Acide nitreuxanthique	$C^{42}H^{17}(AzO^{4})O^{22}$.
Acide kokkinique	»
Acide oxypicrique	$C^{12}H^{3}(AzO^{4})^{3}O^{4}$
Euxanthone	$C^{40}H^{12}O^{12}$.
Acide porphyrique	»
Acide oxyporphyrique	»
Acide hamalthionique	$C^{14}H^{7}O^{12}SO^{3}$.
Anchusine	$C^{35}H^{20}O^{8}$.
Santaline	»
Bois jaune	»
Cachou	»
Catéchine	$C^{40}H^{18}O^{16}$.
Acide rubinique	»
Acide cachoutannique	»
Acide morique	$C^{26}H^{16}O^{28}$.
Morindine	»
Aloétine	$C^{28}H^{14}O^{10}$
Acide chrysammique	$C^{14}H^{2}Az^{2}O^{12}$.
Spiréine	»
Safranine	»
Bixine	»
Carotine	»
Vert de Chine	»
Chlorophylle	»
Phylloxanthine	»
Phyllocyanine	»
Cyanine	»
Xanthine	»
Xanthéine	»

INDIGO.

Les plantes du genre *Indigofera*, telles que l'*Indigofera anil*, l'*Indigofera argentea*, etc., donnent, par la fermentation, une substance bleue nommée *indigo*, que l'on emploie en teinture.

L'*Indigofera tinctoria* est le plus riche en matière colorante, mais il donne un produit peu estimé. On peut extraire de l'*Indigofera disperma* un

indigo de bonne qualité; mais c'est l'*Indigofera argentea* qui produit le plus bel indigo. On trouve aussi l'indigo dans le pastel (*Isatis tinctoria*) et dans le *Polygonum tinctorium*.

Les indigofères se rencontrent dans les terrains légers et humides. Ils exigent une température supérieure en moyenne à 23°, et donnent d'autant plus de principes colorants, que l'année a été plus chaude.

En Amérique, la plante est propagée par semis en lignes, dans un sol susceptible d'être irrigué. Chaque plant doit être écarté de 65 centimètres environ de ceux qui l'entourent, afin qu'il puisse prendre un développement convenable. La graine lève ordinairement au bout de huit jours. On sarcle pendant le premier mois, pour assurer aux plantes une végétation vigoureuse. Le temps nécessaire au développement des feuilles varie avec le climat; toutefois la première coupe a toujours lieu avant le troisième mois de végétation. L'aspect des feuilles guide le planteur : il sait que l'indigo de qualité supérieure provient des feuilles brillantes et recouvertes d'un duvet blanc, qui leur donne un reflet argenté, sous certaines inflexions.

La seconde coupe s'opère quarante-cinq jours après la première; et l'on fait ainsi plusieurs récoltes successives, jusqu'à ce que la plante commence à dégénérer. Un indigofère végète en général dix ans. Mais comme la proportion d'indigo qu'il fournit diminue à chaque récolte, on a l'habitude, dans l'Inde, de retourner la plante tous les ans. Cette coutume, avantageuse dans les pays chauds, présenterait des inconvénients dans tout autre climat, où la matière colorante ne se produit pas complétement dans l'espace d'une année.

Les produits obtenus sont aussitôt portés aux *tanques*, espèce de cuves de maçonnerie disposées en gradins, où doit s'opérer le traitement qui met l'indigo en liberté. La cuve supérieure, nommée *trempoir*, est remplie d'eau; on y jette la récolte que l'on recouvre de planches pour l'empêcher de surnager. La fermentation ne tarde pas à se manifester; elle dure environ dix-huit heures; pendant ce temps, la liqueur verdit, acquiert une odeur fétide et laisse dégager un grand nombre de bulles de gaz. Tout le soin du fabricant doit se porter sur cette fermentation, de laquelle dépend la bonne qualité des produits : car si la fermentation n'est pas suffisamment prolongée, il reste de l'indigo dans les feuilles; si, au contraire, elle a été maintenue trop longtemps, une partie de la matière colorante se détruit. Il faut donc de temps en temps essayer la liqueur en en agitant une petite quantité au contact de l'air, afin de précipiter l'indigo, et de juger ainsi de la teinte qu'il présente. Lorsque la coloration est convenable, on fait écouler le liquide dans les vases inférieurs nommés *batteries*, et on l'agite rapidement au contact de l'air. Enfin, au moment où l'indigo se précipite, un robinet convenablement disposé fait écouler à la fois la liqueur et le précipité dans le dernier vase (*reposoir*), où la précipitation s'achève.

Au bout de vingt heures environ, on sépare le précipité d'indigo et on

le place sur une toile où il s'égoutte librement; puis, dès qu'il a pris la consistance d'une pâte, on le divise en pains rectangulaires, qui sont mis à sécher à l'ombre sous des hangars.

Lorsque la culture est bien conduite, on peut obtenir annuellement un produit de 127 kilogrammes sur un hectare de terre.

Sur la côte de Coromandel, la culture de l'indigo a lieu dans les terres sablonneuses, sur lesquelles la végétation n'est possible qu'à la saison des pluies. On obtient des plantes fort petites et dont le rendement est très-faible. Voici comment s'opère la récolte. La plante est coupée à un décimètre du sol, et battue avec des gaules. Les feuilles qui se détachent sont placées au soleil pour en achever la dessiccation, puis introduites dans un vase où on les laisse infuser pendant trois heures environ. L'infusion est ensuite filtrée, agitée au contact de l'air et additionnée d'un lait de chaux éteinte. Il se précipite alors une espèce de pâte bleue formée d'indigo et de chaux. Cette pâte est lavée à l'eau bouillante, mise à égoutter sur des linges de toile, et placée entre les plateaux d'une presse, afin d'en faire sortir la plus grande partie de l'eau qui l'imbibe. Le résidu est ensuite découpé en pains cubiques, qu'on livre au commerce. Les pains d'indigo Coromandel pèsent en général 90 grammes.

Un hectare de terrain, sur les côtes de Coromandel, produit annuellement 53 kilogrammes d'indigo.

Tels sont en Amérique et dans l'Inde les procédés de fabrication de l'indigo.

Dans le commerce, on distingue les indigos par le nom des pays dont ils proviennent. Ainsi, on dit : *indigo de Bengale, indigo de Manille, indigo de Madras, de Coromandel, de Bombay, de Brésil, de la Caroline, de Guatemala, de l'île de France, du Sénégal, d'Égypte, indigo caraque*, etc. Chacune de ces sortes d'indigos présente des variétés auxquelles on a donné des noms qui rappellent quelques-unes de leurs qualités. Nous citerons ici les noms des variétés des indigos Bengale, Java et Guatemala, qui se rencontrent le plus fréquemment dans le commerce. Ce sont :

L'indigo *surfin bleu* ou *bleu flottant*, l'indigo *surfin violet*, l'indigo *fin violet*, l'indigo *fin violet pourpre*, l'indigo *bon violet*, l'indigo *fin et bon rouge*, l'indigo *fin cuivré*, l'indigo *cuivré ordinaire bon*.

Les variétés du caraque et du Guatemala sont désignées par les noms suivants :

Indigo *bleu flor*, indigo *sobre supérieur*, indigo *sobre bon*, indigo *ordinaire*, indigo *corte supérieur*, indigo *corte bon*, indigo *corte ordinaire*.

Mais ce ne sont pas là les seuls noms donnés aux indigos du commerce; on les distingue aussi par des dénominations indiquant leur aspect, leur pureté, leur préparation, etc. Tels sont, par exemple, l'*indigo sablé*, l'*indigo rubané*, l'*indigo piqueté*, etc.

L'indigo Bengale se rencontre ordinairement sous la forme de cubes

appelés *pierres* ou *carreaux;* ces carreaux happent à la langue, sont légers, présentent une cassure nette et une teinte cuivreuse quand on les frotte.

L'indigo Coromandel se rapproche beaucoup du précédent par son aspect; mais il lui est inférieur en qualité. Ses carreaux, ordinairement recouverts d'une légère couche verdâtre, présentent des arêtes arrondies et une cassure parfaitement nette.

L'indigo Madras est supérieur à l'indigo Coromandel; ses carreaux offrent une légère teinte rose et une cassure grumeleuse.

L'indigo Manille, moins estimé que le précédent, est en petits carreaux conservant l'empreinte des nattes de jonc sur lesquelles on les a séchés.

L'indigo Brésil a la forme de parallélipipèdes rectangulaires; il est recouvert d'une poudre d'un gris verdâtre; sa cassure est parfaitement nette et possède un éclat cuivré.

L'indigo Caroline est toujours en petits cubes de couleur grise.

L'indigo Java présente la forme de parallélipipèdes rectangulaires. Il se rapproche beaucoup de l'indigo Bengale, mais il est moins estimé.

Les indigos caraque et Guatemala se rencontrent ordinairement en petits morceaux ou *grabeaux*, parce qu'ils sont extrêmement friables. On ne peut les distinguer l'un de l'autre que par la différence de leur texture : l'indigo Guatemala est assez compacte, tandis que l'indigo caraque est spongieux, et présente, jusqu'à un certain point, l'aspect du pain. (M. Persoz.)

D'après Berzelius, on trouve dans l'indigo, outre l'indigotine, une matière particulière, qu'il a nommée *gluten d'indigo;* une substance brune ou *brun d'indigo;* une matière rouge, dite *rouge d'indigo*, ou *résine rouge d'indigo.*

Voici la composition de quelques-uns de ces indigos :

Indigo bleu flottant.

Eau	5,7
Gluten ou matière azotée	1,5
Brun d'indigo	4,6
Résine rouge	7,2
Matières minérales	19,6
Indigotine	61,4
	100,0

(MM. Girardin et Preisser.)

Indigo Guatemala desséché.

Ammoniaque, matière verte, extractif, gomme	12
Résine rouge	36
Carbonate de chaux	2
Oxyde de fer et alumine	2
Silice	3
Indigotine	45
	100

(M. Chevreul.)

Indigo du commerce ordinaire.

Indigotine	47
Gomme	12
Résine	6
Terre	22
	100

(Bergmann.)

Quelle que soit leur provenance, les indigos ne renferment jamais la même proportion de matière colorante; et souvent, dans une même caisse, la richesse en indigo des carreaux varie entre 15 et 30 pour 100.

Les causes de cette différence sont dues : 1° A certains accidents de fabrication : ainsi une fermentation trop brusque ou trop lente amène l'indigo à un tel état de déshydrogénation, qu'il perd la propriété de teindre les tissus. 2° A une addition frauduleuse de substances étrangères dans l'indigo.

Un bon indigo du commerce renferme de l'eau, des matières salines ou terreuses en quantité variable, des substances organiques, telles que de la fécule, de la résine, du gluten, du brun et du rouge d'indigo, enfin de l'indigotine pure.

La proportion d'eau que contient un indigo de bonne qualité ne doit pas dépasser 3 à 6 pour 100. On l'évalue par la perte de poids que subit l'indigo dans une étuve chauffée à 100°.

Les matières salines ou terreuses proviennent, soit de la plante elle-même, soit des eaux employées pendant la fermentation, soit enfin d'une addition frauduleuse.

Il existe plusieurs méthodes pour découvrir la nature et la quantité de ces substances.

1° On traite l'indigo en poudre par l'acide chlorhydrique étendu et bouillant : si l'indigo renferme du carbonate de chaux, ce qui a souvent lieu, il se dégage de l'acide carbonique. On filtre la liqueur et on l'évapore à siccité. Le poids du résidu représente la quantité de matières inorganiques contenues dans l'indigo à essayer. Ce résidu est traité par de l'eau légèrement aiguisée d'acide chlorhydrique ; la liqueur est filtrée et additionnée d'ammoniaque, qui doit précipiter l'alumine à l'état de flocons gélatineux, solubles dans la potasse. L'alumine étant séparée par filtration, on ajoute dans la liqueur de l'oxalate d'ammoniaque, qui précipite la chaux à l'état d'oxalate, insoluble dans l'acide acétique.

Si la chaux se trouvait à l'état de sulfate, le chlorure de baryum donnerait dans la même liqueur un précipité de sulfate de baryte insoluble dans l'acide azotique.

2° L'indigo est soumis à l'incinération ; il laisse des cendres qu'on analyse par les procédés ordinaires. En général, 100 parties d'indigo de bonne qualité et bien desséché ne laissent que 7 parties de cendres. Pendant cette calcination, les indigos purs entrent en fusion, en répan-

dant de belles vapeurs pourpres, tandis que les indigos impurs brûlent sans fondre.

L'indigo est quelquefois falsifié avec de l'amidon. Cet indigo impur est pâle, et forme une espèce de colle avec l'eau dans laquelle on le délaye.

Pour constater la présence de la fécule, introduite frauduleusement dans l'indigo, il faut le traiter par l'acide sulfurique faible et déterminer ensuite la fermentation du moût qui s'est produit. La quantité d'alcool que l'on obtient, indique la proportion de fécule que contenait l'indigo.

La présence de la résine se reconnaît en traitant l'indigo par l'alcool bouillant, qui dissout la matière résineuse. La proportion de résine contenue normalement dans l'indigo est trop faible pour qu'on en tienne compte dans cette opération.

On constate les additions de campêche en formant une pâte avec l'indigo et une dissolution d'acide oxalique ; un papier blanc, appliqué sur cette pâte, se colore en rouge si elle renferme du campêche.

Le bleu de Prusse se reconnaît en traitant l'indigo par une dissolution bouillante de potasse. La liqueur filtrée, étant saturée par un léger excès d'acide, et additionnée d'un sel de peroxyde de fer, donne un précipité de bleu de Prusse.

La présence du sous-oxyde de plomb dans l'indigo est facile à constater. Il suffit de calciner cet indigo : il laisse des cendres contenant du plomb métallique.

Parfois aussi on mélange l'indigo avec de l'iodure d'amidon. Ce dernier corps se reconnaît en traitant l'indigo par la potasse caustique : il se forme de l'iodure de potassium, qui précipite en jaune les sels de plomb, et en rouge les sels de mercure au maximum.

Les matières organiques inhérentes à l'indigo sont, comme on l'a vu :

1° Une *résine rouge*, insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis étendus ; soluble dans l'alcool, l'éther, l'esprit de bois, l'acétone, l'acide sulfurique concentré et l'acide nitrique fumant. La dissolution de cette résine dans ces deux derniers acides est d'une belle couleur rouge.

La résine que contient l'indigo est volatile : elle se sublime en partie en beaux cristaux incolores. (M. Chevreul.)

2° Du *gluten*, que l'on peut isoler en traitant l'indigo par l'acide sulfurique et en saturant ensuite la dissolution par du carbonate de chaux. Il se produit du sulfate de chaux peu soluble, tandis que la liqueur retient le gluten. (Berzelius.)

3° Une matière colorante brune, nommée *brun d'indigo*, qu'il est facile d'obtenir en traitant, par une dissolution concentrée de potasse, l'indigo déjà épuisé par les acides. La liqueur laisse précipiter le brun d'indigo quand on y verse un léger excès d'acide.

En résumé, lorsqu'on épuise les indigos du commerce par l'eau, l'alcool et l'acide chlorhydrique, on peut en extraire un produit ammoniacal odorant (gluten de Berzelius) ; une combinaison de deux sub-

stances jaunes, une résine rouge; un principe odorant particulier; des phosphates de chaux et de magnésie, du sulfate de potasse et du chlorure de potassium; des acétates de potasse, de chaux, de magnésie et de fer; de l'indigotine pure.

Comme cette dernière substance est la seule, parmi celles que nous venons de citer, qui jouisse du pouvoir tinctorial, il est important de la doser avec exactitude. Voici comment on peut y parvenir:

Première méthode.—On traite successivement l'indigo par l'eau, l'acide chlorhydrique et la potasse. Le résidu, lavé, desséché et pesé, représente à la fois la matière colorante et les substances minérales insolubles dans les réactifs employés. On incinère ce résidu; il laisse des cendres dont le poids fait connaître par différence celui de l'indigotine pure.

Deuxième méthode. — 30 grammes d'indigo desséché et réduit en poudre sont introduits, avec 60 grammes de sulfate de protoxyde de fer, dans un vase de fonte contenant 5 litres d'eau. Ce mélange est maintenu en ébullition pendant quelques minutes, puis additionné peu à peu, et en remuant continuellement la masse avec une stapule de fer, de 120 à 150 grammes de chaux hydratée. L'indigo se combine avec de l'hydrogène et entre en dissolution. Dès que la surface du bain s'est recouverte d'une pellicule irisée, on retire le vase du feu, et, après avoir laissé déposer les matières insolubles, on décante la liqueur dans un vase de grès. Le dépôt est traité de nouveau à l'ébullition par 4 litres d'eau; la liqueur obtenue est décantée comme la première fois; enfin on fait agir sur le dépôt provenant de cette nouvelle décantation 30 grammes de sulfate de protoxyde de fer et 60 grammes de chaux. L'opération est alors continuée comme il a été dit précédemment, et répétée jusqu'à ce que la liqueur ne se colore plus en bleu au contact de l'air, en présence des acides. Les eaux provenant des diverses décantations sont saturées par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'indigotine. Cette substance est recueillie, lavée et pesée après dessiccation. (PUNGH.)

Ce procédé est long et souvent inexact: d'abord, parce que l'indigo forme avec la chaux deux combinaisons, l'une soluble et l'autre insoluble dans l'eau; et, en outre, parce qu'il est difficile de faire passer à l'état soluble la totalité de l'indigo soumis à l'expérience. Pour diminuer le nombre des lavages, on peut placer l'indigo porphyrisé dans un flacon à l'émeri, que l'on remplit d'eau. Le flacon étant ensuite porté à la température de 90° environ, on y ajoute successivement de la chaux et du sulfate de protoxyde de fer. L'indigo se dissout. Au bout d'un certain temps, on laisse reposer la liqueur, puis, au moyen d'un siphon, on en décante la partie claire dans un vase gradué. Cette liqueur est saturée par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'indigo pur. Le précipité, recueilli sur un filtre dont le poids est connu, est lavé, séché et pesé à l'étuve. Si en employant 1 gramme d'indigo et 2 litres d'eau, on a trouvé $0^{gr},6$ d'indigo pur, dans $1^{lit},5$ de la dissolution décantée, on arrivera à connaître la quantité d'indigotine pure que renfermait le

gramme d'indigo soumis à l'essai au moyen de la proportion suivante :

$$1,5 : 2 :: 0,6 : x;$$

$$x = \frac{0^{gr},6 \times 2}{1,5} = 0^{gr},8.$$

Souvent la richesse d'un indigo est déterminée par une opération de teinture faite en petit, par un procédé analogue à celui que nous indiquerons en parlant de la garance. (M. Persoz.)

Les procédés le plus généralement employés sont fondés sur la propriété que présente l'indigo de se dissoudre dans l'acide sulfurique concentré. L'indigo, réduit en poudre et préalablement desséché, est traité par un grand excès de cet acide. L'excès d'acide favorise la dissolution de l'indigo, et empêche la formation de l'acide sulfopurpurique, qui est insoluble; la dissolution peut s'effectuer, soit en exposant le mélange à la température de 40° à 50°, pendant quelques heures, soit à la température de 20° à 25°, pendant un jour.

Nous exposerons encore trois méthodes employées pour apprécier la richesse des indigos.

Première méthode. — On dissout 1 gramme d'indigo pur dans $6^{gr},12$ d'acide sulfurique concentré, et l'on étend la liqueur de façon à l'amener au volume de 2 litres. 20 centimètres cubes de cette dissolution contiennent donc $0^{gr},01$ d'indigo pur. Chaque indigo à essayer est traité de la même manière. On teint alors divers écheveaux de laine, pesant 1 gramme, en les plongeant dans 20 centimètres cubes des différentes liqueurs: l'immersion doit avoir la même durée dans tous les essais. La richesse relative des indigos s'évalue en comparant la couleur et le ton des écheveaux.

On a constaté que, dans les conditions précédentes, $0^{gr},01$ d'indigotine peut teindre successivement, par une immersion de vingt-quatre heures, et en rapportant les nuances à une gamme composée de 28 tons à partir du blanc :

1 gramme	de laine	au ton de	18
1	—	—	7,5
1	—	—	1

Ou bien :

1 gramme	de soie	au ton de	16
1	—	—	9
1	—	—	5

(M. Chevreul.)

Deuxième méthode. — 1 gramme d'indigo est dissous, à la température de 40°, dans 20 grammes d'acide sulfurique; on ajoute assez d'eau dans la dissolution pour former environ trois litres de liqueur, et, après avoir filtré sur du verre pilé, on examine cette liqueur au colorimètre.

Troisième méthode. — La quantité de matière colorante que renferme l'indigo du commerce peut être déterminée au moyen d'une dissolution titrée d'hypochlorite de chaux. Ce procédé de dosage n'est pas toujours

d'une exactitude parfaite, parce que l'acide sulfurique employé pour dissoudre l'indigo renferme souvent de l'acide sulfureux, qui se produit par l'action de l'acide sulfurique sur les substances étrangères qui accompagnent l'indigo. Une portion de l'hypochlorite est alors employée pour oxyder cet acide sulfureux, et l'on obtient un titre trop élevé pour l'indigo à essayer.

Pour éviter de titrer la dissolution d'hypochlorite de chaux au moment du dosage, on peut opérer comparativement sur l'indigo à essayer, et sur de l'indigo pur. Dans ce but, on dissout séparément, à la température de 50°, 1 gramme des deux indigos dans 12 grammes d'acide sulfurique de Nordhausen. Les deux liqueurs sont additionnées de la quantité d'eau nécessaire pour former 1 litre. On prend alors un volume constant, 5 centimètres cubes par exemple, d'hypochlorite de chaux, et l'on détermine exactement la quantité de dissolution d'indigo que ces 5 centimètres cubes de liquide décolorent. Il est bien évident que la richesse de l'indigo est en raison inverse de la quantité de dissolution colorée qui aura été détruite par l'hypochlorite de chaux. L'opération doit être conduite de la manière suivante : On verse, à l'aide d'une pipette, 2c.c.,5 d'une dissolution d'hypochlorite de chaux à 1°, dans un vase où se trouvent 50 centimètres cubes de la dissolution sulfurique de l'indigo à essayer. Si la teinte du liquide passe au jaune, il y a excès d'hypochlorite ; si, au contraire, l'indigo est en excès, la liqueur reste bleue. On y verse alors une ou plusieurs pipettes d'hypochlorite de chaux, jusqu'à ce qu'elle jaunisse ; puis, afin de savoir quelle est la proportion excédante d'hypochlorite, on ajoute peu à peu de la dissolution sulfurique d'indigo dans cette liqueur, de manière à ramener la teinte du jaune au verdâtre, coloration que prend toujours le mélange quand l'indigo est en léger excès. Supposons que la seconde pipette d'hypochlorite ait produit la teinte jaune, et que, pour ramener à la teinte verdâtre, il ait fallu 46 centimètres cubes de dissolution d'indigo; les deux pipettes d'hypochlorite ont donc décoloré 96 centimètres cubes de dissolution d'indigo, et, par suite, une pipette d'hypochlorite en a décoloré 48 centimètres cubes. On devra vérifier ce dosage en introduisant dans un vase 48 centimètres cubes de la dissolution d'indigo, et en y versant en une seule fois une pipette d'hypochlorite de chaux qui devra, si le dosage a été bien fait, amener la liqueur à une teinte verdâtre telle, qu'une goutte d'hypochlorite la jaunisse, ou qu'une goutte de dissolution d'indigo la fasse passer au bleuâtre. Dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, il faut recommencer l'opération.

Lorsqu'on est certain de ce dosage, il est facile à l'aide d'une simple proportion d'arriver à connaître le titre de l'indigo. Admettons, par exemple, que par l'essai comparatif de l'indigo pur et de l'indigo du commerce, on ait trouvé que les 2c.c,5 décolorent :

48 centimètres cubes de la dissolution sulfurique normale d'indigo,
57 centimètres cubes d'une dissolution sulfurique d'indigo du commerce.

On aura la richesse de ce dernier indigo par la proportion :

$$57 : 48 :: 100 : x;$$

$$x = \frac{48 \times 100}{57} = 84{,}21 \text{ pour } 100.$$

L'indigo à essayer renfermait donc 84,21 pour 100 d'indigotine pure.

(M. Schlumberger.)

C'est par ce procédé que l'on a déterminé la richesse des indigos dont le tableau suivant présente la liste :

Tableau de la richesse de plusieurs variétés d'indigos du commerce, d'après M. Schlumberger.

DÉSIGNATION de l'espèce et de la qualité des indigos.	QUANTITÉ d'indigotine pour 100 parties d'indigo.	DÉSIGNATION de l'espèce et de la qualité des indigos.	QUANTITÉ d'indigotine pour 100 parties d'indigo.
Indigo de Java, beau violet	71	Indigo de Bengale, fin violet pourpre	73
— fin violet	88	Indigo caraque	81
— fin violet	78	— caraque	70
— surfin violet	85	— caraque	59
— surfin violet	84	— caraque	75
— pourpre	89	— caraque	66
— surfin violet	81	— caraque	56
— beau violet	71	Indigo Guatemala flor	55
— pourpre	89	Indigo de Kurpat	74
— surfin pourpre	96	— de Kurpat	78
— surfin violet	74	— bleu (Renfermés dans une même caisse.)	68
— surfin pourpre	84	— bleu violâtre (Renfermés dans une même caisse.)	54
— beau bleu (Renfermés dans une même caisse ; non assortis.)	88	— bleu violâtre (Idem.)	64
— bleu violet	85	— bleu foncé (Idem.)	64
— bleu violâtre	84	— bleu violet (Idem.)	63
— bleu violet foncé	77	— bleu violet foncé (Idem.)	60
— bleu violet terne	72	Indigo de Madras	58
— bleu noir	64	— de Madras	42
— beau bleu (Renfermés dans une même caisse.)	73	— de Madras	32
— fin violet pourpre	63	Indigo de Manille, bleu (Renfermés dans une même caisse.)	50
— bleu noir	56	— bleu foncé (Renfermés dans une même caisse.)	42
Indigo de Bengale, fin violet	85	— bleu ordinaire (Idem.)	42
— fin violet	78	— bleu très-foncé (Idem.)	40
— fin violet	82	Indigo de Bombay, bleu clair (Idem.)	35
— fin violet	79	— bleu terne (Idem.)	31
— surfin violet	82	— taché (très-sale) (Idem.)	29
— fin violet	74	— brun noir (Idem.)	27
— fin violet	70	Indigo des Philippines	43
— surfin violet	80	Indigo du polygonum tinctorium	43
— fin violet	83	— du polygonum tinctorium	34
— surfin violet	78	— du polygonum tinctorium	28
— surfin pourpre	95	— du polygonum tinctorium	14
— fin violet rouge	75		
— bas cuivré (très-dur)	45		
— violet	66		

Nous allons maintenant faire l'étude de la matière colorante pure et de ses dérivés.

INDIGO BLEU, INDIGOTINE. $C^{16}H^{5}AzO^{2}$.

Propriétés.—L'indigotine, ou indigo pur, est inaltérable à l'air, inodore et insipide; insoluble dans l'eau et l'éther; d'une densité égale à 1,35. Elle se dissout en petite quantité dans l'alcool, en proportion notable dans l'acide phénique, et se volatilise sans décomposition lorsqu'on la jette sur une lame métallique préalablement chauffée. L'indigotine a pour formule $C^{16}H^{5}AzO^{2}$. Nous devons faire remarquer ici que l'indigotine est isomérique avec le cyanure de benzoyle $C^{14}H^{5}O^{2},C^{2}Az$.

Lorsqu'on soumet l'indigotine à l'action de l'acide sulfurique concentré, elle donne naissance à trois acides doubles; le plus important de ces acides est l'*acide sulfindigotique* ou *sulfindylique*, qui est employé dans la teinture. L'acide sulfindigotique est presque toujours accompagné d'un autre acide, qui a été nommé *acide sulfopurpurique*.

Les alcalis étendus n'exercent aucune action sur l'indigotine. Lorsqu'on fait bouillir l'indigo avec une dissolution concentrée de potasse, l'eau de la potasse est décomposée; son oxygène agit sur une partie de l'indigo pour le transformer en une substance qu'on a nommée *isatine*, et l'hydrogène de l'eau se porte sur une partie de l'indigo pour le transformer en indigo blanc. Si l'on continue à chauffer l'indigo avec un excès de potasse, il se dégage de l'hydrogène, et l'indigo se transforme en *acide anthranilique* (M. Fritzsche), qui, sous l'influence d'une température plus élevée, se dédouble lui-même en acide carbonique et en *aniline*. Lorsqu'on chauffe l'indigo brut avec de la potasse, on donne naissance à du valérianate de potasse. (Gerhardt.)

Toutes les fois que l'indigotine se trouve en présence d'un excès d'alcali et d'un corps avide d'oxygène, elle fixe 1 équivalent d'hydrogène, en passant à l'état d'indigo blanc, lequel s'empare de l'excès d'alcali pour former un composé en général soluble. Ce composé, soumis à l'influence de l'oxygène de l'air, ou d'un agent oxydant quelconque, employé avec précaution, régénère l'indigo bleu.

Les corps réducteurs, qui dans ces conditions opèrent la transformation de l'indigo bleu en indigo blanc, sont principalement le soufre, le phosphore, le zinc, l'antimoine, le sulfure d'arsenic, les sulfites, les sulfures alcalins, les protoxydes de fer, d'étain, etc. C'est sur cette propriété remarquable qu'est basée la teinture en bleu par l'indigo. Ainsi la cuve au vitriol est une préparation dans laquelle l'indigo est mis en présence du protoxyde de fer et de la chaux et se transforme en indigo blanc. On la prépare ordinairement en traitant une partie d'indigo en poudre par 2 parties de chaux éteinte, 2 parties de sulfate de fer et 150 parties d'eau.

Certains corps organiques peuvent aussi transformer l'indigo bleu en indigo blanc : tels sont le moût de raisin, la gomme, les sucres, le tan-

nin, la garance, le son, l'urine putréfiée, etc. Mais cette réduction n'a lieu que sous l'influence des alcalis que l'on a ajoutés, ou de l'ammoniaque que plusieurs de ces matières peuvent dégager elles-mêmes en se décomposant.

Il est une circonstance particulière où l'indigo bleu passe à l'état d'indigo blanc sans le concours d'un alcali. C'est quand on traite l'indigotine par un mélange formé de 3 volumes d'alcool et de 1 volume d'acide sulfurique. L'indigotine se réduit et entre en dissolution. La liqueur étendue d'eau, puis exposée au contact de l'air, laisse déposer un précipité vert qui passe peu à peu au bleu. Dans cette expérience, l'indigotine est toujours plus ou moins altérée et ne subit plus aussi bien les métamorphoses qui la caractérisent dans ses deux états.

(M. Persoz.)

D'après les observations récentes de M. Fol, l'indigo serait réduit par l'aniline en ébullition, et il y aurait en même temps formation de rouge d'aniline.

Le chlorure de benzoyle chauffé à 180° avec de l'indigotine la transforme en un corps brun qui a pour composition : $C^{16}H^{4}(C^{14}H^{5}O^{2})AzO^{2}$; c'est de l'indigotine dont un équivalent d'hydrogène est remplacé par du benzoyle. (M. Alf. Schwartz,)

Les agents d'oxydation, tels que l'acide nitrique étendu, l'acide chromique, le chlore, etc., transforment l'indigo en *isatine* $C^{16}H^{5}AzO^{4}$.

Préparation. — Pour préparer l'indigotine cristallisée, on soumet l'indigo du commerce à la sublimation dans un tube, en présence d'un courant d'hydrogène : l'indigotine se volatilise et forme des aiguilles d'un bleu pourpré, présentant la forme de prismes à six pans. On peut encore obtenir l'indigotine pure en introduisant dans un grand flacon bouché à l'émeri 20 grammes d'indigo pulvérisé qu'on mêle avec 200 grammes d'une dissolution concentrée de soude ; on ajoute au mélange de l'alcool à 75° saturé de glucose, de manière à remplir entièrement le flacon. L'indigo se dissout peu à peu en se transformant en indigo blanc : on décante la liqueur claire et on l'expose à l'air ; bientôt l'indigo blanc s'oxyde et se change en indigotine qui forme un dépôt cristallin qu'on lave à l'alcool, puis à l'eau.

On obtient de l'indigotine très-pure, mais non plus cristallisée, en ajoutant de l'acide chlorhydrique à la liqueur claire qu'on a séparée d'une cuve d'indigo montée au vitriol, en recueillant sur un filtre le précipité d'indigo blanc et en le lavant d'abord avec de l'acide chlorhydrique très-étendu, puis avec de l'eau distillée. Durant ces lavages, l'indigo blanc se transforme complétement en indigotine.

On arrive à purifier presque complétement l'indigo du commerce en le soumettant successivement à l'action de différents véhicules. En le traitant d'abord à chaud par de l'acide chlorhydrique étendu, ensuite avec une solution faible de potasse, enfin à plusieurs reprises par l'éther qui lui enlève diverses substances, et notamment une résine rouge assez

abondante, on obtient un indigo qui ne renferme plus comme impureté que de la silice.

180 grammes d'indigo du commerce peuvent donner par cette méthode 60 grammes d'indigotine. (M. Fritzsche.)

Nous ne devons pas oublier de mentionner ici qu'on a signalé la présence de l'indigo, ou au moins d'un corps générateur de l'indigo (*indican*) dans l'urine (Prout), dans le sang (M. Alb. Carter, *Répert. chim. pure*, II, 239) et dans la sueur (M. Bizio, *Répert. chim. pure*, II, 274.)

ACTION DES CORPS DÉSOXYDANTS SUR L'INDIGO.

INDIGO BLANC. $C^{16}H^{6}Az^{2}O^{2}$.

La composition de l'indigo blanc a été déterminée par M. Dumas. On voit que l'indigo blanc ne diffère de l'indigo bleu que par 1 équivalent d'hydrogène qu'il contient en plus : aussi, sous l'influence de l'oxygène, l'indigo blanc peut-il régénérer facilement l'indigo bleu.

Propriétés. — L'indigo blanc est solide, cristallin, soyeux, plus dense que l'eau, inodore, insipide, sans action sur le tournesol, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. L'acide sulfurique fumant le dissout en se colorant en pourpre. L'acide azotique le colore d'abord en bleu et le décompose ensuite. Le chlore agit sur lui d'une manière semblable.

L'indigo blanc forme avec l'ammoniaque, la soude et la potasse, des combinaisons toujours très-solubles dans l'eau. Ces sels sont jaunes et bleuissent à l'air avec une grande facilité. Les composés semblables que donnent la baryte, la strontiane et la chaux jouissent des mêmes propriétés, mais ne sont bien solubles qu'autant que ces bases ne sont pas en trop forte proportion. Les teinturiers savent, en effet, que l'addition d'un grand excès de chaux diminue considérablement la force d'une cuve en précipitant l'indigo. Les sels de peroxyde de fer, de peroxyde de mercure, de cuivre, d'argent et d'or, transforment instantanément l'indigo blanc en indigo bleu.

L'indigo blanc peut être considéré comme un acide très-faible; car tous les acides, même l'acide carbonique, le séparent de ses combinaisons avec les bases.

Préparation. — Pour obtenir l'indigo blanc, on place dans un petit tonneau d'environ 100 litres de capacité 1 demi-kilogramme d'indigo, 1 kilogramme de sulfate de fer et 1 kilogramme et demi de chaux; le tonneau est ensuite rempli d'eau chaude, on l'agite et on le ferme hermétiquement. Au bout de deux jours, le protoxyde de fer éliminé par la chaux a transformé complétement l'indigo bleu en indigo blanc : on siphonne la liqueur claire dans un flacon contenant du gaz acide carbonique, et dans l'eau contenant assez d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux pour sursaturer la chaux. Au contact des deux liquides, l'indigo blanc se précipite en flocons, qu'on lave promptement, d'abord avec de

l'eau saturée d'acide sulfureux, et ensuite avec de l'eau pure; on dessèche ensuite l'indigo blanc sous le récipient de la machine pneumatique en rendant, au lieu d'air, de l'acide carbonique ou de l'hydrogène.

(M. Dumas.)

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR L'INDIGO.

Les combinaisons qui prennent naissance dans l'action de l'acide sulfurique sur l'indigo ont surtout été examinées par Berzelius, et plus tard par M. Dumas.

Les combinaisons d'acide sulfurique et d'indigo varient suivant les proportions d'acide sulfurique employé : l'indigo se dissout avec d'autant plus de facilité dans l'acide sulfurique, que cet acide est plus concentré; l'acide sulfurique de Nordhausen $(SO^3)^2,HO$ dissout l'indigo beaucoup plus facilement que l'acide du commerce SO^3,HO, et l'indigo n'est plus soluble dans un acide sulfurique qui contient la moitié de son poids d'eau. Mais, une fois que l'indigo s'est dissous dans l'acide, l'eau ne le précipite pas, même lorsqu'on l'ajoute en grand excès.

Lorsque le poids de l'acide sulfurique employé n'est pas cinq fois plus fort que celui de l'indigo, et que le contact des deux corps n'a pas été suffisamment prolongé, il se forme un composé connu sous le nom de *pourpre d'indigo* ou d'*acide sulfopurpurique*, qui a pour formule $C^{16}H^5AzO^2,SO^3$.

Si l'on emploie, au contraire, 15 à 20 parties d'acide du commerce, ou 8 à 10 parties d'acide sulfurique fumant, il se forme de l'acide *sulfindigotique* qui a pour formule $C^{16}H^5AzO^2,(SO^3)^2$.

Lorsqu'on a fait réagir sur de l'indigo de l'acide sulfurique fumant, il se produit toujours un troisième acide qui a été nommé *acide hyposulfindigotique* (Berzelius).

Pour préparer en grand l'acide sulfindigotique, on traite l'indigo du commerce par 8 fois son poids d'acide sulfurique préalablement débarrassé d'acide azotique, et l'on expose le mélange pendant deux ou trois jours à une température de 50° à 60°; dans ce cas, l'indigo entre en dissolution dans l'acide sulfurique et produit de l'acide sulfindigotique. Si l'on traite cet acide par l'acétate de potasse, on forme du sulfindigotate de potasse insoluble dans un excès d'acétate et qui se précipite; on lave le précipité avec une eau qui contient de l'acétate de potasse en dissolution. Pour enlever l'excès d'acétate, on emploie l'alcool, qui dissout l'acétate et précipite le sulfindigotate de potasse (*carmin d'indigo*). Ce sel a pour formule $KO,C^{16}H^4AzO,(SO^3)^2$. On peut comparer l'acide sulfindigotique à l'acide sulfovinique; on voit en effet que l'indigo, semblable à l'alcool, perd 1 équivalent d'eau sous l'influence de l'acide sulfurique, et se combine ensuite avec 2 équivalents de cet acide pour former un acide double.

L'acide sulfindigotique sert de base à la préparation qui porte dans les arts le nom de *bleu de Saxe*. Pour obtenir l'acide sulfindigotique à

l'état de liberté, on traite le sulfindigotate de plomb par l'acide sulfhydrique. L'acide sulfindigotique reste en dissolution dans l'eau. Cette liqueur est jaune et se colore en bleu par le contact de l'air; on peut l'employer comme un excellent réactif pour reconnaître la présence de l'oxygène dans un mélange gazeux. Les sulfindigotates se décolorent par la potasse, et reviennent à la couleur bleue qui leur est propre quand on les sature par un acide, pourvu qu'ils n'aient pas été portés à l'ébullition avec l'alcali, auquel cas il y aurait dégagement d'ammoniaque et destruction de la molécule indigotique. L'acide sulfindigotique se réduit en se décolorant dans les mêmes circonstances que l'indigo, et revient également au bleu sous l'influence de l'air.

L'acide sulfopurpurique peut être préparé en traitant l'indigo par 5 parties d'acide sulfurique ordinaire : on obtient alors une liqueur dont la teinte est pourpre; on l'étend d'eau et l'on précipite ainsi de l'acide sulfopurpurique qu'on lave avec de l'eau contenant de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que l'eau ne contienne plus d'acide sulfurique. L'acide sulfopurpurique est soluble dans l'eau pure, mais insoluble dans l'eau acidulée. Il se combine avec les alcalis, et forme des sels qui présentent une belle coloration pourpre. On a donné le nom de *bleu pourpre d'indigo* au produit que l'on prépare depuis quelque temps, en soumettant à une température élevée, dans un vase de fonte, un mélange de 1 partie d'indigo et de 10 parties de bisulfate de soude. L'opération est terminée quand une petite quantité de la matière fondue peut colorer l'eau en violet pourpré. Après refroidissement, la masse est dissoute dans un peu d'eau; la solution additionnée de sel marin laisse déposer la matière colorante à l'état cristallin.

Dans l'application de l'indigo à la teinture, pour obtenir ce qu'on appelle le *sulfate d'indigo*, on verse sur 1 kilogramme d'indigo finement pulvérisé un mélange formé de 1 kilogramme d'acide sulfurique de Nordhausen et de 1 kilogramme d'acide sulfurique ordinaire ; on abandonne le mélange pendant quarante-huit heures, on le chauffe au bain-marie, puis on y ajoute assez d'eau pour que la liqueur marque 18° Baumé.

Le sulfate d'indigo est donc un mélange d'acide sulfindigotique et d'acide sulfopurpurique.

L'*acide hyposulfindigotique* s'obtient de la manière suivante. On dissout à chaud 1 partie d'indigo dans 15 parties d'acide sulfurique de Nordhausen, et, après avoir étendu la dissolution de 30 fois son volume d'eau, on la filtre pour séparer l'acide sulfopurpurique qui s'est précipité. La liqueur filtrée est mise en digestion à une douce chaleur avec des morceaux de flanelle (lavés au carbonate de soude et à l'eau), sur lesquels se fixe un mélange d'acide sulfindigotique et d'acide hyposulfindigotique. On traite ensuite cette flanelle par une dissolution étendue de carbonate d'ammoniaque qui convertit les deux acides en sels ammoniacaux solubles; on évapore la liqueur à la température

de 50°, et l'on reprend le résidu par l'alcool à 80°, qui dissout seulement l'hyposulfindigotate d'ammoniaque. Ce sel est transformé en hyposulfindigotate de plomb qu'on décompose par l'hydrogène sulfuré. Il se dépose du sulfure de plomb, tandis que l'acide hyposulfindigotique reste dans la liqueur et forme, après l'évaporation, une masse bleuâtre et déliquescente. (BERZELIUS.)

Les hyposulfindigotates ressemblent beaucoup aux sulfindigotates.

Suivant Berzelius, les acides doubles dont nous venons de parler peuvent, dans des circonstances encore peu connues, donner naissance à quatre acides nouveaux qui ont été nommés :

Acide sulfoviridique,
Acide sulfoflavique,
Acide sulfofulvique,
Acide sulforufique.

Mais un fait intéressant à établir, c'est que la chaux seule, ou additionnée de soude caustique, réagit sur le carmin d'indigo en produisant, suivant la proportion des éléments et la concentration du mélange, mais surtout suivant la température, toute une série de couleurs diverses.

MM. Persoz et Gros-Renaud ont pu, au moyen d'un même bain dont ils faisaient simplement varier la température, teindre successivement des échantillons de tissus en différents tons de rouges, jaunes et verts.

DÉRIVÉS PAR OXYDATION DE L'ACIDE SULFINDIGOTIQUE.

Ces substances ont été récemment étudiées par MM. G. et A. Schlieper. Bien que les formules proposées par eux demandent à être encore rigoureusement contrôlées, nous croyons devoir les donner ici.

ACIDE SULFISATIQUE. $C^{16}H^4AzO^3,2SO^3HO + 4Aq$.

PROPRIÉTÉS. — L'acide sulfisatique cristallise en aiguilles soyeuses, brillantes, d'un beau jaune. Séché, il est inaltérable à l'air et peut aisément se réduire en poudre. Il est très-stable et possède une grande affinité pour les bases. Il n'est décomposé ni par l'acide sulfurique, ni par l'acide azotique, même à chaud.

L'eau régale ou un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse le transforment en chloranile.

L'hydrogène sulfuré, et surtout le sulfhydrate d'ammoniaque, exercent sur lui une action réductrice remarquable.

PRÉPARATION. — L'acide sulfisatique dérive de l'acide sulfindigotique par une réaction tout à fait semblable à celle qui accompagne la transformation de l'indigo bleu en isatine.

Lorsqu'on fait bouillir le carmin d'indigo du commerce (sulfindigotate de soude) avec un mélange d'acide sulfurique étendu et de bichromate

de potasse, jusqu'à disparition de la couleur bleue, on obtient par le refroidissement un dépôt brun abondant qui est du *sulfisatate de soude*.

Ce sel, étant purifié, puis mélangé avec une solution de chlorure de baryum, fournit du sulfisatate de baryte, qu'on précipite par l'acide sulfurique pour séparer l'acide sulfisatique.

Par l'évaporation, la solution se prend en une masse cristalline rayonnée, un peu visqueuse, qu'on fait sécher dans le vide.

Le *sulfisatate de potasse* $KO,C^{16}H^4AzO^3,2SO^3 + 2Aq$ cristallise en petites aiguilles d'un jaune d'or; il est insoluble dans l'alcool, soluble dans 20 parties d'eau froide.

Le *sulfisatate de chaux* $CaO,C^{16}H^4AzO^3,2SO^3 + 2Aq$ s'obtient en mélangeant du sulfisatate de soude avec du chlorure de calcium. Il est peu soluble dans l'eau.

Le *sulfisatate de baryte* $BaO,C^{16}H^4AzO^3,2SO^3 + 4Aq$ est insoluble dans l'alcool, très-peu soluble dans l'eau froide. Il cristallise en lamelles d'un rouge de minium.

Acide sulfisatique et *sulfisatates bibasiques*. — Les alcalis exercent sur les sulfisatates la même action que sur l'isatine. De même que cette dernière se transforme en acide isatique en fixant 2 équivalents d'eau, les sulfisatates, qui sont d'un jaune orangé, sont changés en sulfisatates bibasiques, d'un jaune-citron, qui renferment l'acide isatique combiné avec l'acide sulfurique.

Le *sulfisatate bibasique de baryte* $2BaO,C^{16}H^5AzO^4,2SO^3 + 6Aq$ se prépare en chauffant avec de l'eau de baryte le sulfisatate monobasique de baryte, puis en éliminant l'excès de base par l'acide carbonique. Ce sel cristallise en longues aiguilles jaunes brillantes. Il est insoluble dans l'alcool.

La plupart des sulfisatates bibasiques cristallisent facilement.

ACIDE SULFHYDRINDIQUE. $C^{16}H^6AzO,2SO^3,HO$.

Propriétés. — L'acide sulfhydrindique s'obtient sous forme d'une masse blanche cristalline rayonnée, très-acide, rougissant légèrement à l'air. Il est soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

Il s'oxyde facilement à l'air en présence des alcalis, et se transforme en acide *sulfindique*.

Préparation. — On prépare d'abord le sulfhydrindate d'ammoniaque en faisant réagir à l'ébullition le sulfhydrate d'ammoniaque sur une solution concentrée de sulfisatate d'ammoniaque.

On sépare par filtration le dépôt de soufre et l'on concentre la liqueur qui se prend par le refroidissement en une masse cristalline blanche qu'on lave à l'eau glacée. Le sulfhydrindate d'ammoniaque ainsi obtenu est transformé au moyen du chlorure de baryum en sel de baryte. Ce dernier sel est ensuite décomposé par l'acide sulfurique.

Les *sulfhydrindates* sont presque tous solubles. L'acide azotique et l'eau régale les transforment à chaud en *sulfindates*.

Le *sel de baryte* $BaO,C^{16}H^{6}AzO,2SO^{3}$ cristallise aisément. Au contact de l'air et de l'ammoniaque, il se transforme en sulfindate de baryte qui est d'un beau rouge carmin.

ACIDE SULFINDIQUE. $C^{16}H^{5}AzO^{2},2SO^{3},HO$.

Propriétés. — Cet acide s'obtient sous forme de cristaux rouges insolubles dans l'alcool.

Sa solution aqueuse teint la laine et la soie en rouge écarlate.

Presque tous ses sels sont solubles. Lorsqu'on les soumet à la distillation sèche, on voit se sublimer une belle substance rouge cristalline.

Les alcalis changent la couleur de l'acide sulfindique en le modifiant.

L'hydrogène sulfuré le ramène à l'état d'acide sulfhydrindique d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{16}H^{5}AzO^{2},2SO^{3},HO}_{\text{Acide sulfindique.}} + 2HS = \underbrace{C^{16}H^{6}AzO,2SO^{3},HO}_{\text{Acide sulfhydrindique.}} + 2S + HO.$$

Préparation. — On décompose par l'acide sulfurique le sulfindate de baryte obtenu en faisant bouillir une solution de sulfhydrindate de baryte avec de l'acide azotique.

Le *sulfindate de baryte* $KO,C^{16}H^{5}AzO^{2},2SO^{3} + 5Aq$ se présente sous forme d'une poudre légère semblable à de la cochenille pulvérisée. Il est soluble dans l'eau.

Le *sulfindate de baryte* constitue une poudre cristalline, assez soluble, dont la couleur rouge est plus ou moins vive, suivant les circonstances qui ont accompagné sa préparation.

(M. Schlieper, *Annal. der Chem. und Pharm.*, CXXI.)

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR L'INDIGO.

ISATINE. $C^{16}H^{5}AzO^{4}$.

Lorsqu'on soumet l'indigo à l'action de l'acide azotique ou de l'acide chromique, on le transforme en une belle substance cristalline qui a reçu le nom d'*isatine*.

Propriétés. — L'isatine cristallise en beaux prismes brillants d'un rouge brun. Cette substance est inodore, inaltérable à l'air, fusible, soluble dans l'eau, l'alcool et l'acide sulfurique fumant; elle se volatilise sans éprouver de décomposition lorsqu'on la chauffe rapidement sur une lame de platine.

L'isatine a pour formule $C^{16}H^{5}AzO^{4}$; elle contient donc 2 équivalents d'oxygène de plus que l'indigo bleu. En donnant la composition de l'indigotine, nous avons fait remarquer que ce corps pouvait être représenté dans sa composition par du cyanure de benzoyle; l'isatine peut

être représentée elle-même par du cyanure de salicyle $C^{14}H^5O^4,C^2Az$. Aussi pourrait-on ranger l'isatine dans la série salicylique.

Le chlore agit vivement sur l'isatine et produit, par substitution, des composés chlorés qui présentent la plus grande analogie avec l'isatine:

Isatine monochlorée, ou chlorisatine.... $C^{16}H^4ClAzO^4$.
Isatine bichlorée, ou bichlorisatine..... $C^{16}H^3Cl^2AzO^4$.

Le brôme attaque également l'isatine et donne naissance à :

L'isatine monobromée, ou bromisatine.. $C^{16}H^4BrAzO^4$.
L'isatine bibromée, ou bibromisatine... $C^{16}H^3Br^2AzO^4$.

L'acide azotique concentré dissout à chaud l'isatine en se colorant en brun, et la dépose, par le refroidissement, à l'état cristallin.

L'acide hypoazotique la transforme en acide indigotique ou nitrosalicylique.

La potasse caustique transforme à froid l'isatine en *isatite de potasse* $KO,C^{16}H^4AzO^3$, et à chaud, en isatate de la même base, $KO,C^{16}H^6AzO^5$.

L'ammoniaque, en agissant sur l'isatine, forme une série de composés qui présentent une grande analogie avec les amides.

Ces composés, qu'on peut appeler *ammoniacaux isatiniques*, reproduisent de l'ammoniaque et de l'isatine lorsqu'on les soumet à l'action des acides ou des alcalis.

L'azotate d'argent, versé dans une dissolution alcoolique d'isatine, y produit un précipité rouge qui correspond par sa composition à l'*isatite d'argent* $AgO,C^{16}H^4AzO^3$.

Lorsqu'on fait passer un courant d'acide sulfureux dans une dissolution d'isatine dans la potasse, on obtient un sel cristallisé en larges lames, et qu'on a nommé *isatosulfite de potasse :* ce sel a pour formule $KO,C^{16}H^5AzO^4(SO^2)^2,4HO$. Les acides décomposent ce sel et reproduisent de l'isatine et de l'acide sulfureux. L'isatosulfite d'ammoniaque se produit dans les mêmes circonstances que le sel de potasse. (Laurent.)

L'isatine, chauffée en vase clos à 180° avec du chlorure de benzoyle, donne un corps brun qui a pour composition $C^{16}H^4(C^{14}H^5O^2)AzO^3$; c'est de l'isatine dont 1 équivalent d'hydrogène se trouve remplacé par du benzoyle. (M. Alf. Schwartz.)

Préparation. — Pour préparer l'isatine avec facilité, on traite par 600 ou 700 grammes d'acide azotique 1 kilogramme d'indigo du commerce qu'on a préalablement réduit en poudre et mis ensuite en suspension dans une petite quantité d'eau; on chauffe la liqueur avec précaution jusqu'à ce qu'elle soit décolorée : si à ce moment on l'étend d'une grande quantité d'eau, elle laisse déposer l'isatine par le refroidissement. L'eau mère est reportée sur le résidu; par une nouvelle ébullition elle se sature d'une nouvelle quantité d'isatine qu'elle laisse cristalliser en se refroidissant : les cristaux d'isatine sont lavés à l'eau faiblement

ammoniacale et ensuite à l'alcool. 1 kilogramme d'indigo donne jusqu'à 180 grammes d'isatine.

ACIDE ISATIQUE OU ISATINIQUE. $C^{16}H^{6}AzO^{5},HO$.

L'acide isatique est liquide, incolore, insoluble dans l'eau. On l'obtient en décomposant l'isatate de plomb par l'hydrogène sulfuré.

L'*isatate de potasse* $KO,C^{16}H^{6}AzO^{5}$ est cristallin, de couleur jaune, et soluble dans l'eau. On l'obtient en faisant agir à chaud la potasse caustique sur l'isatine. La dissolution aqueuse de ce sel précipite le chlorure de baryum et l'acétate de plomb.

Lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique dans une dissolution d'isatate de potasse, il se dépose au bout de quelque temps des cristaux d'isatine.

L'*isatate d'ammoniaque* ne paraît pas pouvoir exister à l'état sec; lorsqu'on évapore une dissolution de ce sel, il perd de l'eau et se convertit en *isamate d'ammoniaque*.

L'*isatate de baryte* $BaO,C^{16}H^{6}AzO^{5}$ cristallise en paillettes. On le produit en faisant réagir l'eau de baryte sur l'isatine.

L'*isatate de plomb* est le précipité floconneux de couleur jaune qui se forme lorsqu'on mélange deux dissolutions concentrées, l'une d'isatate de potasse, l'autre d'acétate de plomb.

L'*isatate d'argent* $AgO, C^{16}H^{6}AzO^{5}$ présente l'aspect de prismes jaunes, qui sont solubles dans l'eau. On obtient l'isatate d'argent en précipitant à chaud l'azotate d'argent par l'isatate de potasse. (LAURENT.)

DÉRIVÉS CHLORÉS ET BROMÉS DE L'ISATINE.

Chlorisatine. $C^{16}H^{4}ClAzO^{4}$. — La chlorisatine cristallise en prismes quadrilatères d'un jaune rougeâtre, inodores et d'une saveur amère.

Cette substance, introduite dans les organes de la respiration, excite l'éternument. Elle se dissout facilement dans l'eau bouillante, l'alcool et l'acide sulfurique.

La chlorisatine se prête à toutes les réactions qui caractérisent l'isatine et donne naissance à des produits correspondants. Ainsi, la potasse peut hydrater la chlorisatine et la transformer en *acide chlorisatique* $C^{16}H^{5}ClAzO^{5},HO$.

On obtient la chlorisatine :

1° En traitant par le chlore l'isatine pulvérisée et mise en suspension dans l'eau tiède.

2° En faisant passer un courant de chlore dans de l'eau qui tient en suspension de l'indigo réduit en poudre. Il se produit de la chlorisatine et de la bichlorisatine qu'on dissout dans l'alcool bouillant. La dissolution alcoolique dépose en premier lieu, par le refroidissement, des cristaux de chlorisatine. On purifie cette substance par des cristallisations réitérées dans l'alcool. (M. ERDMANN.)

Bichlorisatine. $C^{16}H^3Cl^2AzO^4$. — Ce corps forme de petites aiguilles jaunes, d'un grand éclat, fusibles, volatiles en partie, solubles dans l'eau et l'alcool.

La bichlorisatine s'hydrate sous l'influence de la potasse et produit l'*acide bichlorisatique* $C^{16}H^4Cl^2AzO^5,HO$.

On extrait la bichlorisatine des eaux mères qui ont donné la chlorisatine. (M. Erdmann.)

En décomposant les isatines monochlorée et bichlorée par la potasse, on peut obtenir l'aniline chlorée et l'aniline bichlorée.

(M. Hofmann.)

Quand on fait réagir une dissolution bouillante de bisulfite de potasse sur la bichlorisatine, il se forme un sel de potasse nouveau, le *bichlorisatosulfite de potasse* $KO,C^{16}H^3Cl^2AzO^4,2(SO)^2$. (Laurent.)

Acide chlorisatique. $C^{16}H^5ClAzO^5,HO$. — L'acide chlorisatique n'a pas encore été isolé, mais on connaît plusieurs chlorisatates.

Le *chlorisatate de potasse* $KO,C^{16}H^5ClAzO^5$ offre l'aspect de paillettes brillantes ou d'aiguilles quadrilatères aplaties, d'un jaune clair.

Ce sel est soluble dans l'eau et décomposable par l'action de la chaleur.

Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique dans une dissolution de chlorisatate de potasse, il se précipite de la chlorisatine.

Pour obtenir le chlorisatate de potasse, on mélange deux dissolutions chaudes et moyennement concentrées, l'une de potasse caustique, l'autre de chlorisatine. Le chlorisatate de potasse se dépose par le refroidissement de la liqueur. On le purifie par des cristallisations répétées dans l'alcool.

Quand on fait passer un courant de gaz acide sulfureux dans une dissolution de chlorisatate de potasse, il se produit un sel jaune dont la composition est représentée par $KO,C^{16}H^4ClAzO^4,2(SO^2)$, et qui a reçu le nom de *chlorisatosulfite de potasse*. (Laurent).

Les autres chlorisatates se préparent par double décomposition. Plusieurs d'entre eux ont été analysés; nous donnons ici leurs formules :

Chlorisatate de baryte.....	$BaO,C^{16}H^5ClAzO^5 + HO$ et $3HO$.
Chlorisatate de plomb.....	$PbO,C^{16}H^5ClAzO^5 + 2HO$.
Chlorisatate d'argent.....	$AgO,C^{16}H^5ClAzO^5$.

(M. Erdmann.)

Acide bichlorisatique. $C^{16}H^4Cl^2AzO^5,HO$. — Cet acide est solide, de couleur jaune et très-soluble dans l'eau. Il se décompose très-facilement. On l'obtient en versant un acide minéral dans une dissolution concentrée de bichlorisatate de potasse.

Le *bichlorisatate de potasse* $KO,C^{16}H^4Cl^2AzO^5 + 2HO$ cristallise en lamelles brillantes d'un beau jaune. Ce sel perd son eau de cristallisation

à 130°, et se décompose ensuite avec déflagration. Il est soluble dans l'eau et l'alcool.

On prépare le bichlorisatate de potasse en dissolvant à froid la bichlorisatine dans la potasse caustique. La liqueur, portée ensuite à l'ébullition, dépose, en se refroidissant, des cristaux de bichlorisatate de potasse.

Les *bichlorisatates de cuivre et d'argent* ont pour formules :

$$CuO,C^{16}H^4Cl^2AzO^5.$$
$$AgO,C^{16}H^4Cl^2AzO^5.$$
(M. Erdmann.)

Bromisatine. $C^{16}H^4BrAzO^4$. — La bromisatine présente l'aspect de prismes brillants d'un jaune orangé, qui sont solubles dans l'eau et l'alcool bouillants.

Ce corps, traité à froid par une dissolution aqueuse de potasse, se convertit en *bromisatate de potasse.*

Lorsqu'on le distille avec de la potasse caustique en fragments, il donne de l'*aniline bromée.* (M. Hofmann.)

On obtient la bromisatine :

1° En traitant l'indigo par le brôme : il se produit de la bromisatine et de la bibromisatine qu'on sépare au moyen de cristallisations successives dans l'alcool ; la bromisatine se dépose la première. (M. Erdmann.)

2° En agitant du brôme avec de l'isatine pulvérisée et mise en suspension dans l'eau : le brôme se combine lentement avec l'isatine, qui prend en l'absorbant une teinte d'un jaune orangé. Quand la liqueur cesse de se décolorer, c'est-à-dire quand le brôme n'est plus absorbé par l'isatine, on laisse reposer le mélange, on en décante la partie aqueuse, et, après avoir traité successivement à chaud le résidu (qui est de la bromisatine) par de l'alcool faible et de l'eau, on le fait cristalliser dans l'alcool. (M. Hofmann).

Bibromisatine. $C^{16}H^3Br^2AzO^4$. — La bibromisatine cristallise en prismes droits à base rectangulaire, de couleur orangée.

Cette substance se convertit sous l'influence d'une dissolution chaude de potasse caustique en *bibromisatite de potasse* $KO,C^{16}H^4Br^2AzO^5$.

Lorsqu'on distille la bibromisatine avec des fragments de potasse, on obtient de l'*aniline bibromée.* (M. Hofmann.)

On prépare la bibromisatine en traitant l'isatine par le brôme sous l'influence de la radiation solaire. (M. Erdmann.)

Acide bibromisatique. $C^{16}H^4Br^2AzO^5,HO$. — L'acide bibromisatique est pulvérulent, d'un jaune clair et soluble dans l'eau. Il se décompose par la dessiccation.

Cet acide se prépare en versant de l'acide chlorhydrique dans une dissolution concentrée de bibromisatate de potasse.

Le *bibromisatate de potasse* $KO,C^{16}H^4Br^2AzO^5 + 2HO$ est cristallisable, d'un beau jaune-paille, soluble dans l'eau et l'alcool. Pour l'obtenir, on dissout à froid la bibromisatine dans la potasse, puis on abandonne la dissolution à elle-même. Le bibromisatate de potasse cristallise au bout de quelque temps.

L'action du gaz acide sulfureux sur le bibromisatate de potasse donne le *bibromisatosulfite de potasse* $KO,C^{16}H^3Br^2AzO^4,2(SO^2)$ (LAURENT).

(M. ERDMANN.)

DÉRIVÉS AMMONIACAUX DE L'ISATINE.

Imésatine. $C^{16}H^5AzO^2,AzH$. — L'imésatine s'obtient en saturant d'isatine de l'alcool absolu et bouillant, ajoutant à la dissolution un excès d'isatine pulvérisée et faisant passer dans la dissolution chaude du gaz ammoniac sec. L'imésatine se dépose en prismes droits à base rectangulaire, incolores, inodores, insolubles dans l'eau et l'éther, assez solubles dans l'alcool bouillant. L'action de l'ammoniaque sur l'isatine chlorée dissoute dans l'alcool donne l'*imésatine chlorée* $C^{16}H^5ClAz^2O^2$.

L'imésatine chlorée cristallise en paillettes hexagonales jaunâtres qui sont peu solubles dans l'alcool bouillant et à peu près insolubles dans l'éther.

Imasatine. $C^{32}H^{10}Az^2O^6,AzH$. — On obtient l'imasatine en faisant bouillir une dissolution d'isatine dans l'ammoniaque. L'imasatine est un corps jaune grisâtre, tirant souvent sur le brun ou le verdâtre, insoluble dans l'eau et dans l'éther, peu soluble dans l'alcool bouillant, assez soluble dans la potasse. Laurent a obtenu l'imasatime bichlorée et l'imasatine quadrichlorée.

Acide isamique. $C^{32}H^{10}Az^2O^8,AzH^3$. — Cet acide se produit lorsqu'on évapore une dissolution d'isatate d'ammoniaque ; il se forme de l'isamate d'ammoniaque qu'on dissout dans l'alcool bouillant; la dissolution, traitée par l'acide chlorhydrique, donne l'*acide isamique*, qui cristallise en tables rhombes ou hexagonales, peu solubles dans l'eau bouillante, assez solubles dans l'éther.

L'acide isamique est vivement attaqué par le brôme qui le convertit en un corps nouveau, de couleur jaune et insoluble dans l'eau (*indélibrôme*, $C^{32}H^8Br^4Az^2O^8$).

L'*isamate d'ammoniaque* est cristallisable. Il précipite le bichlorure de mercure en rouge, l'acétate de plomb et l'azotate d'argent en jaune.

Acide bichlorisamique. $C^{32}H^8Cl^2Az^2O^8,AzH^3$. — L'acide bichlorisamique se présente en lamelles hexagonales, d'un rouge vif, qui sont solubles dans l'alcool, dans l'éther, et à froid dans les acides concentrés. Pour l'obtenir à l'état de pureté, on ajoute de l'acide chlorhy-

drique à une dissolution d'isamide bichlorée dans la potasse, puis on fait cristalliser dans l'alcool le précipité rouge qui s'est produit.

Le *bichlorisamate d'ammoniaque* forme des précipités jaunes dans les sels d'argent.

Acide quadrichlorisamique. $C^{32}H^{6}Cl^{4}Az^{2}O^{8},AzH^{3}$. — Cet acide n'a pas encore été isolé; mais on a obtenu le quadrichlorisamate d'ammoniaque en traitant à chaud l'isamide quadrichlorée par l'alcool.

La dissolution de quadrichlorisamate d'ammoniaque forme dans les sels d'argent un précipité floconneux dont la composition est représentée par $AgO,C^{32}H^{6}Cl^{4}Az^{2}O^{8},AzH^{3}$. (LAURENT.)

Isamide. $C^{32}H^{10}Az^{2}O^{6},2(AzH^{3})$.—L'isamide se produit par la distillation de l'isamate d'ammoniaque. Cette substance est d'un très-beau jaune; elle est pulvérulente, inodore, insipide, presque insoluble dans l'éther, très-peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau. L'*isamide bichlorée* $C^{32}H^{8}Cl^{2}Az^{2}O^{6},2(AzH^{3})$ est une substance jaune, pulvérulente, assez soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau bouillante. On la prépare en évaporant à siccité une dissolution de bichlorisamate d'ammoniaque.

L'isamide bichlorée n'est pas le dernier terme de la substitution du chlore à l'hydrogène dans l'isamide : on a obtenu de l'*isamide quadrichlorée* $C^{32}H^{6}Cl^{4}Az^{2}O^{6},2(AzH^{3})$ par l'évaporation d'une dissolution de quadrichlorisatate d'ammoniaque.

Isatimide. $C^{16}H^{15}Az^{2}O^{8},2(AzH)$. — L'ammoniaque anhydre, en réagissant sur l'isatine mélangée à l'alcool absolu ou à l'alcool ordinaire, donne de l'isatimide.

Cette substance est cristalline, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il se forme quelquefois, dans la préparation de ce corps, deux autres substances : l'*isatiline* $C^{16}H^{15}Az^{3}O^{10},AzH$, et l'*amisatine* $C^{96}H^{28}Az^{10}O^{18},AzH$. (LAURENT.)

ISATHYDE. $C^{16}H^{6}AzO^{4}$.

Ce corps est à l'isatine ce que l'indigo blanc est à l'indigo bleu. Il diffère de l'isatine par 1 équivalent d'hydrogène.

L'isathyde offre l'aspect de cristaux lamellaires ou prismatiques d'un blanc grisâtre, qui sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, fusibles et décomposables par l'action de la chaleur.

La potasse, en agissant sur l'isathyde, donne naissance à de l'isatate de potasse et à de l'*indine potassée*.

L'isathyde se prépare : 1° En traitant par du sulfhydrate d'ammoniaque une dissolution alcoolique d'isatine; il se précipite du soufre, et il reste dans la liqueur de l'isathyde qui se dépose à l'état cristallin au bout de quelque temps. 2° En chauffant légèrement, dans un ballon,

de l'isatine avec du zinc et de l'acide sulfurique étendu d'eau, l'isatine fixe de l'hydrogène et se convertit en isathyde. (LAURENT.)

Chlorisathyde. $C^{16}H^{5}ClAzO^{4}$. — La chlorisathyde ou isathyde monochlorée est blanche, cristallisable, insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude, assez soluble dans l'alcool bouillant. Elle se dédouble à 180° en chlorisatine et en *chlorindine*.

La potasse en dissolution aqueuse et bouillante transforme la chlorisathyde en chlorisatate de potasse. Il se produit, en outre, dans cette réaction, un acide particulier, l'*acide chlorisathydique*, dont le sel de potasse est soluble dans l'eau.

L'ammoniaque colore la chlorisathyde en rouge.

On prépare la chlorisathyde en faisant réagir le sulfhydrate d'ammoniaque sur la chlorisatine. (M. ERDMANN.)

Bichlorisathyde. $C^{16}H^{4}Cl^{2}AzO^{4}$. — La bichlorisathyde ressemble beaucoup à la chlorisathyde et présente des réactions analogues. Cette substance se produit par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur l'isatine bichlorée. (M. ERDMANN.)

Bisulfisathyde. $C^{16}H^{6}AzS^{2}O^{2}$. — La bisulfisathyde est grenue, d'un gris jaunâtre, sans odeur ni saveur, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther bouillants. Elle fond lorsqu'on la chauffe, et se décompose ensuite en dégageant de l'hydrogène sulfuré.

Le bisulfite d'ammoniaque réagit à froid sur la bisulfisathyde et produit divers composés parmi lesquels se trouve un sel ammoniacal particulier, le *sulfisatanite d'ammoniaque*. Ce sel est cristallisable, soluble dans l'eau et l'alcool. Le bichlorure de platine forme dans une dissolution alcoolique de sulfisatanite d'ammoniaque un précipité jaune qui, décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne l'*acide sulfisataneux*.

Quand on traite à l'ébullition la bisulfisathyde par le bisulfite d'ammoniaque, il se dépose ordinairement un mélange d'indine avec un corps blanc encore peu connu; mais on obtient parfois une substance nouvelle, l'*isatane* $C^{32}H^{12}Az^{2}O^{6}$.

La bisulfisathyde se prépare en faisant arriver de l'hydrogène sulfuré dans une dissolution alcoolique chaude d'isathyde : du soufre se dépose; on filtre la liqueur, puis on y ajoute de l'eau qui précipite la bisulfisathyde. (LAURENT.)

Sulfisathyde. $C^{16}H^{6}AzO^{2}S$. — La sulfisathyde forme de petits cristaux blancs inodores, insipides, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et l'éther. Cette substance fond lorsqu'on la chauffe, puis elle se décompose en divers produits volatils et laisse un résidu de charbon. On la prépare en décomposant par la potasse la bisulfisathyde dissoute

dans l'alcool. La sulfisathyde se dépose au bout de quelque temps. Après l'avoir lavée avec de l'alcool bouillant, on la soumet à la dessiccation.

(M. Erdmann.)

INDINE. $C^{16}H^{6}AzO^{2}$.

Cette substance, qui est isomérique avec l'indigo blanc, présente l'aspect d'une poudre de couleur rose foncé.

L'indine est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, dans l'éther, assez soluble dans l'acide sulfurique concentré, et décomposable par l'action de la chaleur.

La potasse se combine facilement avec l'indine et produit un composé cristallisable, l'*indine potassée*, qui a pour formule $C^{16}H^{5}AzO,KO$. Le brôme, en réagissant sur l'indine, donne la *bibromindine* $C^{16}H^{4}Br^{2}AzO^{2}$.

La bibromindine est pulvérulente, d'un violet noirâtre, peu soluble dans l'alcool et l'éther. (M. Erdmann.)

En faisant bouillir l'indine avec de l'acide azotique, on obtient une poudre d'un rouge violacé assez vif, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther, dont la composition correspond à la formule $C^{16}H^{4}(AzO^{4})AzO^{2}$, et qu'on a nommée *nitrindine*.

L'indine se prépare de la manière suivante. On triture dans un mortier de l'isatine avec une dissolution concentrée de potasse, employée en quantité convenable pour former une pâte consistante. Lorsque la masse a pris une légère teinte rose, on l'additionne d'alcool en continuant la trituration, puis on la jette sur un filtre où on la lave d'abord avec de l'alcool et ensuite avec de l'eau. Le résidu est repris, à une douce chaleur, par une dissolution concentrée de potasse, qui dépose, en se refroidissant, des cristaux d'indine potassée. Cette combinaison, soumise à des lavages répétés et traitée par l'acide chlorhydrique, donne l'indine sous la forme d'une poudre de couleur rose.

(Laurent.)

Chlorindine. $C^{16}H^{5}ClAzO^{2}$. — La chlorindine offre l'aspect d'une poudre colorée en violet. Cette substance est insoluble dans l'eau et l'alcool. Elle se dissout dans la potasse. On l'obtient en faisant réagir la potasse sur la chlorisathyde.

L'action de la potasse sur la bichlorisathyde donne la *bichlorindine* $C^{16}H^{4}Cl^{2}AzO^{2}$. (M. Erdmann.)

Hydrindine. Flavindine. — Sous l'influence d'une dissolution alcoolique bouillante de potasse, la combinaison d'indine et de potasse fixe de l'eau et se convertit en *hydrindine potassée*, qui se dépose par le refroidissement de la liqueur.

Lorsqu'on soumet ce nouveau composé à des lavages répétés, il se dédouble en potasse et en *hydrindine*.

L'hydrindine cristallise en petits prismes courts, transparents, d'un jaune pâle, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool.

La dissolution alcaline d'où s'est séparée l'hydrindine potassée donne, par l'addition d'un acide, un précipité floconneux jaunâtre qui contient un corps particulier, la *flavindine*. (LAURENT.)

L'isatine n'est pas le seul corps qui prenne naissance dans l'action de l'acide azotique sur l'indigo; il se forme en outre un acide blanc, soluble dans l'eau, volatil, qui produit avec l'oxyde de plomb un sel soluble, et qui a été nommé *acide indigotique* ou *anilique*.

On trouve enfin, dans les eaux mères de cet acide, de l'acide carbazotique ou picrique.

L'acide indigotique, et ses dérivés, ayant été décrit sous le nom d'*acide nitrosalicylique*, nous n'y reviendrons pas.

ACTION DE LA POTASSE SUR L'INDIGO BLEU.

L'action d'une solution alcoolique de potasse sur l'indigo bleu produit deux acides, l'*acide anthranilique* et l'*acide chrysanilique*, qui ont été étudiés par M. Fritzsche. Si l'on traite l'indigo en poudre fine par de la potasse caustique au creuset d'argent, on obtient de l'acide salicylique. (M. CAHOURS.)

ACIDE ANTHRANILIQUE. $C^{14}H^{6}AzO^{3},HO$.

Cet acide a été découvert par M. Fritzsche. Il est isomérique avec la salicylamide.

L'acide anthranilique cristallise tantôt en lames brillantes, tantôt en aiguilles à quatre ou six pans; il est incolore, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Lorsqu'on le chauffe lentement, il se sublime sans altération; mais si on le chauffe brusquement, il se dédouble en acide carbonique et en aniline :

$$\underbrace{C^{14}H^{7}AzO^{4}}_{\text{Acide anthranilique.}} = \underbrace{C^{12}H^{7}Az}_{\text{Aniline.}} + 2(CO^{2}).$$

L'acide anthranilique, distillé avec de la chaux, éprouve le même dédoublement.

On produit l'acide anthranilique en traitant à chaud l'indigo par une dissolution concentrée de potasse et en remplaçant l'eau à mesure qu'elle s'évapore. L'indigo disparaît peu à peu; lorsqu'il n'en reste plus que de petites quantités dans la liqueur, on y ajoute du peroxyde de manganèse jusqu'à ce qu'elle ne laisse plus déposer d'indigo bleu en se refroidissant : la masse, reprise par l'eau, est saturée par l'acide sulfurique étendu. On filtre, on neutralise la liqueur par la potasse, on évapore à siccité; le résidu de l'évaporation est repris par l'alcool, qui

ne dissout que l'anthranilate de potasse; ce sel est traité par l'acide acétique qui sépare l'acide anthranilique.

Les anthranilates sont peu connus.

ACIDE CHRYSANILIQUE. $C^{28}H^{10}Az^2O^5,HO$.

L'acide chrysanilique est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool hydraté; il se dissout dans la potasse en lui donnant une teinte jaune d'or. Les chrysanilates de plomb et de zinc sont insolubles et d'un beau rouge. Les acides transforment l'acide chrysanilique en acide anthranilique.

CHLORANIL. $C^{14}Cl^4O^4$.

Ce corps a été découvert par M. Erdmann dans les produits de l'action du chlore sur l'indigo. Il peut se former par l'action du chlore sur l'indigo, l'acide phénique, la salicine, la quinone et leurs dérivés.

On le prépare aisément en faisant réagir sur l'acide phénique un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique.

Le chloranil est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid; il se dissout dans l'alcool bouillant avec une couleur jaune pâle et cristallise par le refroidissement en paillettes éclatantes, qui ressemblent beaucoup à l'iodure de plomb.

Le chloranil se dissout aisément à chaud dans la potasse étendue et donne un liquide pourpre qui, étant additionné d'acide chlorhydrique, dépose par le refroidissement des prismes d'un brun rougeâtre d'*acide chloranilique*.

Chauffé avec de l'ammoniaque, le chloranil se transforme en *chloranilamide*. La chloranilamide cristallise en petites aiguilles aplaties, couleur châtain, assez brillantes, solubles dans l'eau. La chloranilamide, traitée par les acides concentrés, se change en *chloranilam*.

MATIÈRES COLORANTES DES LICHENS.

ORSEILLE. — TOURNESOL.

Lorsqu'on soumet à la putréfaction, en présence de l'ammoniaque et de l'air, certains lichens des genres *Variolaria*, *Lecanora*, *Roccella*, *Evernia*, etc., on obtient des substances colorantes qui portent le nom d'*orseille* ou de *tournesol*.

Les diverses matières colorantes qui se rencontrent dans l'orseille ne préexistent pas dans les lichens; elles se produisent par l'action simultanée de l'air et de l'ammoniaque sur une matière non azotée, l'*orcine*. L'orcine elle-même ne préexiste pas dans les lichens; elle provient de la décomposition, sous l'influence des alcalis, de plusieurs principes incolores et cristallisables, tels que l'acide lécanorique, l'acide érythrique, l'acide évernique, etc., que contiennent certaines espèces de lichens.

La transformation en matières colorantes des diverses substances qui existent dans les lichens s'opère de la manière suivante dans l'industrie. On débarrasse d'abord les lichens de la terre dont ils sont souillés, et après les avoir réduits en pâte, on les arrose avec une dissolution de carbonate d'ammoniaque, ou bien avec de l'urine dans laquelle on a délayé de la chaux, afin de décomposer les sels ammoniacaux fixes que contient l'urine. La masse, abandonnée au contact de l'air et humectée de temps en temps avec de l'ammoniaque, se colore peu à peu en rouge violacé, prend une odeur désagréable, et constitue, au bout de quelques semaines, l'*orseille* du commerce.

De nos jours, la fabrication de l'orseille a subi de grands perfectionnements. Partant de cette observation, faite depuis longtemps par les chimistes, que les acides colorables des lichens ne sont point contenus dans la partie ligneuse de ces plantes, mais se trouvent à l'état d'une fécule blanche extérieure, faiblement adhérente, les industriels ont enfin songé à séparer d'abord cette fécule, et à opérer sur elle seule les transformations ultérieures. Cette séparation s'opère par des moyens mécaniques ou chimiques.

Le procédé qui a été breveté par M. Frezon, et dont M. Meissonnier a aujourd'hui la propriété, consiste à broyer les lichens en présence de l'eau et à les soumettre à une sorte de friction sur des cribles. Par ce moyen on arrive à détacher assez bien la partie colorable des lichens, cependant cette séparation n'est jamais complète.

Dans le procédé employé par la maison Guinon, Marnas et Bonnet (de Lyon), on suit exactement l'une ou l'autre des méthodes proposées autrefois par Heeren et par Stenhouse. On traite à froid les lichens par une solution ammoniacale ou par un lait de chaux, de façon à dissoudre les acides colorables. Après quelques minutes de contact, on retire la partie herbacée des lichens, on l'exprime pour enlever le plus complétement possible le liquide adhérent, puis on précipite la solution par l'acide chlorhydrique. Le précipité, qui est légèrement gris ou parfaitement blanc, suivant qu'on a fait usage d'ammoniaque ou de chaux, est ensuite soumis au lavage à l'eau pure sur des toiles fixées à des cadres de bois.

On a également réalisé d'importants progrès dans la fabrication de la matière colorante elle-même. En 1857, MM. Guinon, Marnas et Bonnet ont introduit dans l'industrie une nouvelle matière colorante violette, la *pourpre française*, dérivant aussi des lichens, mais beaucoup plus brillante et plus stable que l'orseille ordinaire, et qui, jusqu'à l'apparition des différents *violets d'aniline*, a joui d'un grand succès. La découverte de cette matière colorante appartient, dit-on, à M. Peter (de Lyon).

Au lieu de soumettre les acides colorables des lichens à l'action simultanée de l'air et de l'ammoniaque à froid, comme on l'avait pratiqué jusqu'alors, ce fabricant a cherché à modifier les conditions de

formation de la couleur en élevant la température, et il a reconnu que la chaleur exerce une influence considérable dans cette métamorphose. C'est ainsi qu'avec les mêmes éléments, il serait parvenu à obtenir une substance bien supérieure à la matière colorante préparée jusqu'alors avec l'orseille.

Voici en quelques mots la marche suivie pour la préparation de la *pourpre française*. Les acides colorables des lichens, après avoir été séparés ainsi que nous l'avons dit, sont dissous dans l'ammoniaque, puis exposés à l'air comme d'ordinaire. Lorsque la liqueur a pris la teinte rouge-cerise, on la porte à l'ébullition pour l'y maintenir pendant quelque temps. On l'introduit alors en couches d'environ 7 à 8 centimètres d'épaisseur dans des ballons de 3 litres de capacité, qui sont chauffés dans une vaste étuve à une température constante de 70°.

L'opération est terminée lorsque le liquide a pris une belle teinte violet pourpre, et qu'étendu sur du papier blanc, il ne change point de nuance par la dessiccation.

La pourpre française ainsi formée n'est point pure, mais mélangée avec un principe rouge particulier. Pour la séparer, on la précipite à l'état de laque calcaire, en ajoutant à la liqueur du chlorure de calcium. En opérant la précipitation en deux fois, on obtient des laques de première et de deuxième qualité.

Le prix de ces produits, qui s'est maintenu pendant assez longtemps à 200 francs le kilogramme, est tombé peu à peu à 80 francs.

Pour extraire la matière colorante proprement dite, on épuise la laque calcaire par un dissolvant énergique, tel que l'alcool ou l'esprit de bois. La solution laisse déposer par l'évaporation la pourpre française à l'état cristallisé.

On ne l'a pas encore obtenue assez pure pour pouvoir déterminer sa composition.

Quand, dans la préparation précédente, on remplace l'ammoniaque par un mélange de carbonate de potasse et d'ammoniaque, la masse prend d'abord une belle teinte rouge qui vire ensuite au bleu : la pâte ainsi obtenue, et épaissie par de la craie ou du plâtre, sert à préparer le *tournesol en pains*.

On a, dans ces dernières années, introduit une modification importante dans la fabrication de l'orseille. Les lichens sont traités par l'eau bouillante : la substance blanche et pulvérulente qui les recouvre, et qui doit donner la matière colorante, se modifie et devient soluble dans l'eau ; on obtient ainsi un extrait qui est traité par un grand excès d'ammoniaque et qui se transforme en orseille par l'action de l'oxygène atmosphérique. On voit que dans cette nouvelle fabrication on n'opère que sur la partie soluble des lichens.

La proportion des substances qui se convertissent en matière colorante, dans le traitement des lichens, est très-faible : elle varie de 2 ½ à 12 pour 100. Aussi a-t-on proposé, pour éviter des frais de transport,

qui sont toujours considérables, de retirer ces substances sur les lieux mêmes où se récolte le lichen, en épuisant cette plante par un lait de chaux, neutralisant l'extrait par l'acide chlorhydrique, recueillant sur un filtre le précipité qui s'est formé, et le desséchant ensuite à une douce chaleur. (M. Stenhouse.)

Ce procédé présente en outre l'avantage de permettre d'apprécier la richesse des lichens par la simple pesée du précipité que forme l'acide chlorhydrique dans l'extrait provenant de l'épuisement d'un poids connu de lichens par un lait de chaux. (Gerhardt.)

La détermination de la richesse des lichens peut encore être opérée à l'aide d'une dissolution titrée d'hypochlorite de chaux. Ce sel, versé dans l'extrait calcaire du lichen, met aussitôt en liberté les principes qui se transforment en matières colorantes, et détruit ensuite ces dernières. Il est donc évident que plus il faudra employer d'hypochlorite de chaux pour décolorer l'extrait calcaire d'un poids connu de lichen, plus ce lichen pourra fournir de substances colorantes.

(M. Stenhouse.)

Les composés qui proviennent des lichens ont été étudiés par MM. Robiquet, Liebig, Dumas, Heeren, R. Kane, Schunck, Rochleder et Heldt, Knopp, Laurent et Gerhardt, Stenhouse, de Luynes, O. Hesse, etc.

ACIDE LÉCANORIQUE. $C^{32}H^{14}O^{14},2HO$.

Propriétés. — L'acide lécanorique est solide, cristallin; blanc quand il est très-pur, soluble dans 250 parties d'eau bouillante, dans l'acide acétique, beaucoup plus soluble dans l'alcool et l'éther.

La dissolution alcoolique d'acide lécanorique n'est pas troublée par les dissolutions alcooliques d'acétate neutre de plomb, de bichlorure de mercure, d'azotate d'argent et de chlorure d'or. Elle se colore en rouge pourpre au contact du perchlorure de fer et donne un précipité vert-pomme lorsqu'on la mélange avec de l'acétate de cuivre dissous dans l'alcool. (M. Schunck.)

L'acide lécanorique, soumis à l'action de la chaleur, des acides ou des alcalis concentrés, se dédouble en acide carbonique et en orcine.

$$\underbrace{C^{32}H^{14}O^{14},2HO}_{\text{Acide lécanorique.}} = {}^{4}(CO^{2}) + \underbrace{{}^{2}(C^{14}H^{8}O^{4})}_{\text{Orcine.}}.$$

Sous l'influence de l'alcool, il se transforme à chaud en *éther lécanorique* $(C^{4}H^{5}O)^{2}.C^{32}H^{14}O^{14}$. Cet éther, obtenu depuis longtemps par M. Heeren en faisant bouillir l'érythrine avec de l'alcool, avait été appelé *pseudérythrine*. L'éther lécanorique est très-soluble dans l'éther et dans l'alcool; sa solution est neutre au papier. Il est fusible et peut être sublimé sans décomposition. Bouilli avec les alcalis, il dégage de l'alcool e produit de l'orcine.

M. Schunck a produit, avec l'esprit de bois, un éther correspondant au précédent, mais plus soluble dans l'eau.

Les lécanorates, dissous dans l'eau ou l'alcool, se décomposent à chaud en orcine et en acide orsellique. Le *lécanorate de baryte* $(BaO)^2,C^{32}H^{14}O^{14}$ est cristallisable.

Préparation. — L'acide lécanorique s'obtient en traitant le *Lecanora parella* par l'éther ; cet acide se dépose de la dissolution éthérée à l'état cristallin. On le purifie en le faisant dissoudre et cristalliser dans l'alcool.

ACIDE ÉRYTHRIQUE $C^{40}H^{22}O^{20}$.

L'*acide érythrique*, ou *érythrine*, $C^{40}H^{22}O^{20}$ a été découvert par Heeren et par M. Schunck, dans le *Roccella tinctoria*.

Propriétés. — Cet acide est blanc, cristallin, inodore, insipide, peu soluble dans l'eau (1 partie d'acide érythrique exige 240 parties d'eau bouillante pour se dissoudre), assez soluble dans l'alcool, l'éther, les alcalis et l'acide sulfurique concentré. La dissolution ammoniacale d'acide érythrique rougit au contact de l'air ; elle précipite en blanc l'azotate d'argent. Il cristallise dans l'alcool bouillant en aiguilles groupées en étoiles.

Lorsqu'on maintient quelque temps en ébullition une dissolution d'acide érythrique saturée par la chaux ou la baryte, il se forme de la *picro-érythrine* et un acide particulier, l'*acide érythrinique*.

(M. Stenhouse.)

Le perchlorure de fer fait prendre à la dissolution alcoolique d'acide érythrique une teinte d'un rouge pourpre foncé qui passe au jaune par une addition d'ammoniaque dans la liqueur. Le sous-acétate de plomb y produit un précipité qui a pour formule $(PbO)^4,C^{34}H^{24}O^{22}$.

L'acide érythrique fournit de l'orcine à la distillation sèche. Mis en ébullition avec l'alcool et l'esprit de bois, il donne naissance à deux éthers $(C^4H^5O)^2,C^{40}H^{20}O^{18}$ et $(C^2H^3O)^2,C^{40}H^{20}O^{18}$ qui sont solides et cristallisables.

L'eau bouillante convertit lentement l'acide érythrique en picro-érythrine et en acide érythrinique.

L'acide érythrique, en s'oxydant, forme deux substances nouvelles, l'*amarythrine* et la *télérythrine*. (M. Kane.)

Préparation. — On prépare l'acide érythrique : 1° en épuisant le lichen par un lait de chaux (M. Stenhouse) ; 2° en traitant le *Roccella Montagnei* par de l'eau bouillante. Il se produit un précipité floconneux qui, repris par l'alcool, donne une masse cristalline d'acide érythrique.

PICRO-ÉRYTHRINE. $C^{24}H^{16}O^{14}$.

Cette substance est cristallisable, incolore, amère, peu soluble dans l'eau froide et très-soluble dans l'eau bouillante. Elle se dissout aussi à froid dans les alcalis en donnant une liqueur qui rougit promptement à l'air.

La dissolution aqueuse de picro-érythrine est faiblement acide; elle précipite en blanc le sous-acétate de plomb, réduit à chaud le chlorure d'or, ainsi que l'azotate d'argent additionné d'une légère quantité d'ammoniaque, et se colore en rouge pourpre au contact du perchlorure de fer.

Le brôme, en présence de l'éther, transforme la picroérythrine en *bibromo-picro-érythrine*.

La picro-érythrine ne s'altère pas par l'ébullition prolongée avec l'eau et ne produit pas d'éther avec l'alcool. Chauffée dans un petit tube, elle donne un sublimé cristallin d'orcine. Bouillie avec de l'eau de baryte ou de chaux, elle se transforme en orcine et en *érythroglucine*.

Cette transformation peut être exprimée par l'équation:

$$\underbrace{C^{24}H^{16}O^{14}}_{\text{Picro-érythrine.}} + 2HO = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Orcine.}} + \underbrace{C^{8}H^{10}O^{8}}_{\text{Érythroglucine.}} + C^{2}O^{4}.$$

Pour obtenir la picro-érythrique, on fait bouillir de l'eau dans laquelle on a mis de l'acide érythrique. Cet acide se dissout lentement, et la liqueur donne par l'évaporation une masse visqueuse, de couleur brune, qui, traitée par l'eau froide, laisse pour résidu de la picro-érythrine pure. (M. Schunck.)

ÉRYTHROGLUCINE. $C^{8}H^{10}O^{8}$.

Propriétés. — L'érythroglucine, aussi appelée quelquefois *érythromanite*, *pseudo-orcine*, et plus souvent *érythrite*, est cristalline, neutre au papier de tournesol, d'une saveur sucrée; elle est infermentescible.

La formule de l'érythroglucine a été longtemps controversée. Stenhouse lui avait assigné la formule $C^{16}H^{18}O^{10}$; M. Strecker, la formule $C^{16}H^{20}O^{10}$, et Gerhardt, $C^{14}H^{16}O^{12}$. D'après les dernières recherches de M. de Luynes et de M. Hesse, elle paraît être $C^{8}H^{10}O^{8}$. Ce qui confirme cette formule, c'est la métamorphose que ce corps éprouve sous l'influence de l'acide iodhydrique, car cette réaction donne naissance à de l'iodure de butyle $C^{8}H^{9}$. (M. de Luynes, *Comptes rendus*, t. LV, p. 624.)

L'ammoniaque, le chlorure de chaux et le carbonate de potasse sont sans action sur l'érythroglucine. Traitée à 220° par de l'hydrate de potasse, elle se décompose en acide acétique et en hydrogène.

$$C^{8}H^{10}O^{8} = 2C^{4}H^{4}O^{4} + 2H.$$

(M. Hesse.)

Elle n'est attaquée ni par le brôme, ni par l'acide azotique froid. L'acide

azotique bouillant la transforme en acide oxalique; la potasse produit la même décomposition. L'acide sulfurique concentré et chauffé à 60° ou 70° entre en combinaison avec l'érythroglucine en donnant naissance à un acide incristallisable. (M. Hesse.)

Un mélange d'acide sulfurique fumant et d'acide azotique concentré la convertit en un corps nitré qui, mêlé avec du sable, détone par la percussion. Aucune dissolution métallique ne la précipite. Par la distillation sèche, l'érythroglucine produit un liquide empyreumatique accompagné d'une odeur de sucre brûlé.

Préparation. — La préparation de l'érythroglucine est très-simple. On épuise le lichen par un lait de chaux, et après avoir maintenu l'extrait en ébullition pendant quelques heures au contact de l'air, on le réduit par évaporation au tiers de son volume, puis on l'abandonne à lui-même. Lorsqu'il est bien refroidi, on y fait passer un courant d'acide carbonique qui précipite la chaux; on filtre et l'on évapore à une douce chaleur jusqu'à consistance sirupeuse. Le résidu est formé d'orcine, d'érythroglucine, d'une matière colorante et d'une résine particulière. En agitant ce mélange dans un flacon avec de l'éther, on dissout l'orcine, la substance colorante et la résine : l'érythroglucine reste à l'état insoluble.

L'érythroglucine, recueillie sur un filtre, est lavée avec de l'acool froid, exprimée fortement et dissoute ensuite dans l'alcool bouillant, qui la dépose en gros cristaux par le refroidissement. On achève de la purifier par des cristallisations réitérées dans l'alcool.

(M. Stenhouse.)

M. de Luynes recommande de préparer l'érythroglucine à l'abri du contact de l'air. L'acide érythrique est introduit dans une chaudière de tôle, et on le chauffe pendant deux heures environ à 150° avec une quantité de chaux insuffisante pour le décomposer entièrement. On filtre pour séparer le carbonate de chaux et l'on évapore légèrement: l'orcine, qui prend naissance en même temps, se sépare en beaux cristaux; les eaux mères évaporées fournissent une masse cristalline d'orcine et d'érythroglucine, qu'on sépare par l'éther.

(M. de Luynes, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 803.)

AMARYTHRINE. — TÉLÉRYTHRINE.

L'amarythrine a une saveur douce et amère. Elle est très-soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, et insoluble dans l'éther. Elle prend naissance quand on expose à l'air, pendant quelques jours, une solution aqueuse chaude d'acide érythrique. Sa saveur est amère et douceâtre, elle a une odeur de caramel; elle a une grande tendance à rester liquide.

L'amarythrine elle-même, exposée à l'air, se transforme en *télérythrine*, qui est très-soluble dans l'eau et insoluble dans l'éther. La

télérythrine est cristalline, neutre aux papiers réactifs; elle se combine avec les oxydes métalliques. Par l'ammoniaque, elle devient d'un rouge vineux foncé.

L'amarythrine paraît renfermer $C^{44}H^{26}O^{14}$, et la télérythrine, $C^{44}H^{18}O^{18}$.

ACIDE ORSELLIQUE.

ACIDE ALPHA-ORSELLIQUE. — ACIDE ALPHA-ORSELLINIQUE. — ACIDE BÊTA-ORSELLIQUE.

Malgré les travaux considérables publiés par les savants les plus distingués sur les dérivés des lichens, une grande incertitude règne encore dans l'histoire chimique de ces corps. Il y a tout lieu d'admettre que les substances retirées des lichens sont moins nombreuses qu'on ne l'avait pensé tout d'abord, et que plusieurs d'entre elles, considérées comme distinctes et désignées sous des noms spéciaux, sont complétement identiques. Nous croyons donc inutile de changer les formules attribuées jusqu'à présent à ces corps pour adopter celles qui ont été proposées dans ces dernières années par différents chimistes et récemment encore par M. Hesse.

L'*acide alpha-orsellique* $C^{32}H^{14}O^{14}$ s'extrait d'une variété de *Roccella tinctoria* venant de l'Amérique du Sud. Pour l'obtenir, on coupe le lichen en petits morceaux et on le fait macérer dans une grande quantité d'eau, avec de la chaux éteinte. Le mélange est ensuite agité et abandonné à lui-même. La liqueur étant décanté, on épuise le résidu par une nouvelle quantité de lait de chaux; le sel de chaux ainsi obtenu est décomposé par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'acide alpha-orsellique sous forme d'un dépôt gélatineux qu'on purifie ensuite en le décolorant par le charbon animal et en le faisant cristalliser dans l'alcool. Cet acide est presque insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther. Il forme avec les alcalis et les terres alcalines des sels cristallisables. Sa réaction la plus caractéristique consiste dans la coloration rouge foncée qui apparaît instantanément lorsqu'on la traite par une solution de chlorure de chaux. Cette coloration passe rapidement au brun et disparaît ensuite.

Une solution d'acide alpha-orsellique dans l'ammoniaque, exposée à l'air, prend une belle teinte rouge qui se fonce de plus en plus et devient violette. Par la distillation sèche, l'acide alpha-orsellique donne une huile empyreumatique et de l'orcine.

En neutralisant l'acide alpha-orsellique par de la chaux ou de la baryte, en faisant bouillir la liqueur jusqu'à ce que l'acide soit entièrement dissous, il se dégage de l'acide carbonique, et l'on obtient un nouvel acide, l'*acide alpha-orsellinique* ou *orsellique* $C^{16}H^{8}O^{8}$, qui cristallise en prismes d'une saveur amère, plus solubles dans l'eau que ceux d'acide alpha-orsellique, très-solubles dans l'alcool : leur solution aqueuse donne de l'acide carbonique et de l'orcine lorsqu'on la fait bouillir.

Cette transformation est représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^{16}H^{8}O^{8}}_{\text{Acide alpha-orsellinique.}} = C^{2}O^{4} + \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Orcine.}}.$$

Le perchlorure de fer colore la solution de cet acide en rouge pourpre.

L'acide alpha-orsellinique produit avec les bases des sels solubles. L'alpha-orsellinate de baryte a pour formule : $BaO,C^{16}H^{7}O^{7}$.

L'*éther orsellinique,* ou éther alpha-orsellinique de l'esprit de bois, $C^{2}H^{3}O,C^{16}H^{7}O^{7}$, est solide, cristallisable, soluble dans l'eau et volatil sans altération. On le prépare directement en traitant l'alcool méthylique par l'acide alpha-orsellinique. (M. O. Hesse.)

Acide bêta-orsellique. — On retire cette substance du *Roccella tinctoria* provenant du cap de Bonne-Espérance. L'acide bêta-orsellique $C^{34}H^{16}O^{15}$ est soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther.

ROCCELLINE. $C^{16}H^{8}O^{7}$.

La roccelline se trouve dans le résidu épuisé par l'eau bouillante qui a servi à la préparation de l'acide bêta-orsellique. Elle est insoluble dans l'eau, à peine soluble dans l'alcool et dans l'éther ; elle possède les caractères d'un acide faible. Le chlorure de chaux lui communique une teinte d'un vert jaunâtre. L'acide azotique la convertit à chaud en acide oxalique.

ACIDE ROCCELLIQUE. $C^{34}H^{32}O^{8}$.

Cet acide a été retiré par Heeren du *Roccella fuciformis;* il a été étudié récemment par M. Hesse. On le retire en traitant le lichen par de l'éther ; la solution éthérée abandonne par l'évaporation une masse cristalline verdâtre ; on dissout celle-ci dans une solution bouillante de borax, et l'acide cristallise par le refroidissement. Cet acide est blanc, soluble dans les alcalis, qu'il colore en jaune. Sa composition est représentée par la formule $C^{34}H^{32}O^{8}$.

L'acide roccellique se présente en prismes blancs, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans l'éther. Il fond à 132° en un liquide incolore qui cristallise vers 108°. Vers 200°, une partie de l'acide se sublime, tandis que l'autre se transforme en acide anhydre.

Chauffé à 280° environ, il se transforme en une huile jaunâtre, tachant le papier, soluble dans l'éther. Les alcalis transforment de nouveau ce produit en acide roccellique. L'ammoniaque paraît le transformer en un acide amidé.

Les roccellates alcalins sont très-solubles ; les autres sont insolubles dans l'eau et dans l'alcool. Le *roccellate d'argent* a pour composition $C^{34}H^{30}Ag^{2}O^{8}$.

Le *roccellate d'éthyle* $C^{34}H^{30}(C^{4}H^{5})^{2}O^{8}$ peut être obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur une solution alcoolique d'acide roccellique. Il forme une huile jaunâtre, d'une odeur faiblement aromatique.

Lorsque l'on chauffe à 200° de l'acide roccellique avec de l'aniline, on obtient de la *roccelphénylamine*, qui forme, après recristallisation dans l'alcool, de belles lames incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool bouillant et dans l'éther, fusibles à 55°. Sa composition est représentée par la formule $C^{34}H^{38}(C^{12}H^{6}Az)^{2}O^{4}$.

L'acide roccellique est un homologue de l'acide oxalique ; il appartient comme lui au type $C^{2n}H^{2n-2}O^{8}$.

(M. O. Hesse, *Annal. der Chem. und Pharm.*, CVII, 297.)

ACIDE ÉVERNIQUE.

M. Stenhouse a retiré de l'*Evernia Prunastri* deux acides, l'*acide évernique* et l'*acide usnique*.

L'*acide évernique* $C^{34}H^{16}O^{14}$ s'obtient, suivant M. Hesse, en mamelons cristallins blancs, fusibles à 164° ; il est insoluble dans l'eau froide, à peine soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il absorbe facilement le brôme. Par la distillation sèche, il donne une huile empyreumatique et de l'orcine, qui se sublime.

L'acide évernique, dissous dans un léger excès de potasse et soumis à l'ébullition, donne de l'orcine, et un nouvel acide, qui a reçu le nom d'*acide éverninique*, $C^{16}H^{10}O^{8}$.

La formation de l'acide éverninique peut s'exprimer par l'équation :

$$\underbrace{C^{34}H^{16}O^{14}}_{\text{Acide évernique.}} + 2HO = C^{2}O^{4} + \underbrace{C^{16}H^{10}O^{8}}_{\text{Acide éverninique.}} + \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Orcine.}}$$

L'acide éverninique se présente sous forme de cristaux ressemblant à ceux de l'acide benzoïque, fusibles à 157°. Il est inodore, insipide, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Sa dissolution ammoniacale ne se colore pas à l'air.

L'*éther éverninique* $C^{4}H^{5}O,C^{16}H^{9}O^{7}$ se prépare en faisant bouillir de l'alcool dans lequel on a ajouté de l'acide évernique. Cet éther est solide, cristallisable, inodore, incolore, très-soluble dans l'alcool, l'éther, la potasse, et insoluble dans l'eau. Il fond à 56°. (M. Stenhouse.)

Les *évernates de potasse et de baryte* sont cristallisables, solubles dans l'eau et dans l'alcool étendu.

M. Hesse a donné le nom d'acide *évernitique* ou *trinitro-évernique* à la substance qu'il a obtenue en traitant l'acide *éverninique* cristallisé par l'acide azotique concentré. Ce nouveau corps cristallise sous forme d'aiguilles d'un jaune clair. Il est peu soluble dans l'eau à froid, plus soluble à chaud. Par le refroidissement il se sépare en gouttelettes huileuses, qui se transforment bientôt en cristaux.

(M. Hesse, *Annal. der Chem. und Pharm.*, CVII, 297.)

Préparation. — Pour obtenir l'acide évernique, on épuise le lichen

(*Evernia Prunastri*) par un lait de chaux, et, après avoir neutralisé l'extrait calcaire par l'acide chlorhydrique, on reprend à une douce chaleur, par de l'alcool très-étendu, le précipité jaune qui s'est formé. La dissolution alcoolique dépose, en se refroidissant, des cristaux jaunes d'acide évernique. On purifie cet acide en le faisant cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool étendu.

ORCINE. $C^{14}H^{8}O^{4} + 2HO$.

Propriétés. — L'orcine est isomérique avec la saligénine; elle cristallise en gros prismes quadrangulaires réguliers, légèrement jaunâtres, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Elle entre en fusion à 100° en perdant son eau de cristallisation, et distille à 287°. La densité de sa vapeur est égale à 5,7. (M. Dumas.)

La dissolution de l'orcine est précipitée en rouge foncé, tirant sur le noir, par le perchlorure de fer. Elle réduit à chaud le chlorure d'or et l'azotate d'argent additionné d'une petite quantité d'ammoniaque.

Quoique neutre aux papiers réactifs, l'orcine joue dans certains cas le rôle d'acide: ainsi, quand on projette du carbonate de soude dans de l'orcine fondue, il se dégage de l'acide carbonique. Elle décompose les silicates alcalins en mettant de la silice en liberté.

L'acide azotique bouillant résinifie d'abord l'orcine, puis la convertit en acide oxalique. Mais, projetée dans de l'acide nitrique fumant et froid, elle se dissout sans dégagement de vapeurs nitreuses; l'eau précipite de la solution une matière rouge, soluble dans les alcalis.

Si l'on place l'orcine sous une cloche, à côté d'un vase contenant de l'acide nitrique à 40°, la matière brunit, puis se colore en rouge. La transformation est complète au bout de quelques jours. Cette matière teint en rouge la laine et la soie, sans mordant; l'ammoniaque la rend violette d'une manière passagère, les alcalis fixes, d'une manière permanente; les acides ramènent au rouge cette teinte violette.

(M. de Luynes.)

Sous l'influence d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, l'orcine se transforme en une matière brune fort peu connue.

Traitée par un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique, l'orcine se convertit en orcine trichlorée $C^{14}H^{5}Cl^{3}O^{4}$.

(M. de Luynes.)

L'hypochlorite de chaux en dissolution aqueuse colore l'orcine en violet foncé; cette teinte brunit lentement et passe ensuite au jaune.

Le chlore agit sur l'orcine et produit un composé cristallisable, fusible à 59°, volatil en partie, rougissant le tournesol et se dissolvant dans les alcalis. (Schunck).

Le brôme donne avec l'orcine un composé bromé, la *bromorcine* $C^{14}H^{5}Br^{3}O^{4}$, cristallisable en aiguilles soyeuses. La bromorcine se dissout dans la potasse en se colorant en brun violacé très-foncé. La bromorcine est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Elle est très-fusible et se décompose à la distillation en donnant de l'acide bromhydrique et laissant beaucoup de charbon.

(LAURENT et GERHARDT.)

Lorsqu'on expose l'orcine à l'action de l'ammoniaque et de l'oxygène, elle se change en une matière colorante appelée *orcéine* $C^{14}H^{7}AzO^{6}$.

L'orcine s'unit avec l'oxyde de plomb et produit un composé qui a pour formule : $(PbO)^{5},C^{14}H^{8}O^{4}$.

PRÉPARATION. — Pour préparer l'orcine, on fait bouillir l'acide lécanorique avec un excès d'eau de baryte qui le transforme en orcine et en acide carbonique. L'excès de baryte étant ensuite précipité par l'acide carbonique, on évapore la liqueur à cristallisation. L'orcine qui se dépose en premier lieu est toujours colorée ; on la purifie en la faisant bouillir avec de l'alumine et de l'oxyde de fer, qui enlèvent la matière colorante; on peut ensuite la soumettre à la distillation.

(M. ROCHLEDER.)

On prépare encore l'orcine avec facilité en décomposant sous pression, à 150°, l'acide érythrique par la chaux.

(M. DE LUYNES, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 161.)

ORCÉINE. $C^{14}H^{7}AzO^{6}$.

PROPRIÉTÉS. — L'orcéine est incristallisable; elle se dissout dans les alcalis fixes en produisant une couleur rouge violacée ; sa dissolution dans l'ammoniaque est d'une couleur pensée très-riche. Les acides séparent l'orcéine de sa combinaison avec les alcalis ; elle est très-soluble dans l'alcool, qu'elle colore en rouge écarlate. Le sulfhydrate d'ammoniaque détruit la couleur de la dissolution ammoniacale ou alcaline d'orcéine, et donne un liquide brun noirâtre qui redevient rouge à l'air.

Lorsque après avoir ajouté un faible excès d'acide chlorhydrique dans une dissolution ammoniacale d'orcéine, on y plonge une lame de zinc, la liqueur se décolore parfaitement, et laisse déposer, par l'addition d'une certaine quantité d'ammoniaque, une poudre blanche (*leucorcéine*), qui prend bientôt au contact de l'air une teinte d'un rouge pourpre foncé.

(M. KANE.)

L'orcéine, mise en contact avec le chlore, donne la *chlororcéine*, qui est soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans l'eau ammoniacale qu'elle colore en brun.

PRÉPARATION. — On prépare l'orcéine de la manière suivante. Une petite capsule remplie d'orcine en poudre étant disposée au-dessus d'un vase qui contient de l'ammoniaque concentrée, on recouvre le tout d'une cloche et on l'abandonne à lui-même. La transformation s'opère dans l'espace de vingt-quatre heures environ. Il suffit alors d'enlever au bout de ce temps le contenu de la capsule, de le dissoudre dans l'eau, et de verser dans la dissolution de l'acide chlorhydrique, qui précipite l'orcéine sous forme de flocons rouges.

La formation de l'orcéine s'explique par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Orcine.}} + AzH^{3} + O^{6} = 4HO + \underbrace{C^{14}H^{7}AzO^{6}}_{\text{Orcéine.}}.$$

Le concours simultané de l'air et de l'ammoniaque est nécessaire, comme le montre l'équation.

ACIDE USNIQUE. $C^{36}H^{17}O^{14}$. — BÊTA-ORCINE. $C^{28}H^{24}O^{10}$.

L'acide usnique provient du traitement par l'éther de différentes espèces d'*Usnea*. Il forme des cristaux prismatiques d'une couleur jaune de soufre, fusibles à 203° en un liquide jaune résinoïde et transparent. Ces cristaux sont cassants et produisent par la pulvérisation une poudre électrique. L'acide usnique est très-soluble dans l'éther bouillant, à peine soluble dans l'alcool, soluble dans l'essence de térébenthine bouillante.

Les sels neutres hydratés que cet acide forme avec les alcalis sont incolores, peu solubles dans l'eau; très-solubles dans l'alcool; les autres usnates sont insolubles.

Le sel de potasse se présente en belles lames cristallines renfermant 6 molécules d'eau de cristallisation.

Voici les formules des usnates les mieux connus :

$$KO,C^{36}H^{16}O^{13},$$
$$BaO,C^{36}H^{16}O^{13},$$
$$CuO,C^{36}H^{16}O^{13}.$$

D'après M. O. Hesse, il existe deux acides usniques, α et β, distincts surtout par le point de fusion qui est situé à 175° pour l'acide β. L'acide α s'extrait du *Ramalina calicaris*, en traitant ce lichen par un lait de chaux, saturant la liqueur par de l'acide chlorhydrique, puis en la faisant bouillir.

L'acide β est fourni par le *Cladonia rangiferina*, d'où on le retire par une lessive de soude caustique, décomposant le sel de soude par un acide, et faisant cristalliser l'acide bêta-usnique dans de l'éther. M. Hesse assigne aux deux acides usniques la formule $C^{36}H^{18}O^{14}$, qui s'écarte peu de celle de Stenhouse (*Annal. der Chem. und Pharm.*, CVII, 297.)

Lorsqu'on soumet l'acide usnique à la distillation sèche, on obtient des cristaux jaunes, et une liqueur brune, résineuse, qui passe dans le récipient. Cette liqueur, traitée par l'eau bouillante, donne une nouvelle quantité d'une substance identique avec les cristaux qui se sont sublimés. On purifie les cristaux par l'expression entre des feuilles de papier. Ils constituent la *bêta-orcine* $C^{28}H^{24}O^{10}$ (M. Stenhouse).

La bêta-orcine se distingue de l'orcine ordinaire par la forme de ses cristaux, qui sont des prismes terminés par des pyramides tronquées elles-mêmes par de nombreuses facettes. Elle n'est pas aussi soluble dans

l'eau froide que l'orcine ordinaire; elle est soluble dans l'eau bouillante et dans l'éther.

La bêta-orcine est neutre aux papiers réactifs; sa saveur est légèrement sucrée; elle se sublime sans laisser de résidu. Avec l'ammoniaque, la bêta-orcine se colore promptement en rouge de sang. La bêta-orcine forme, avec la potasse caustique ou le carbonate de potasse, une matière colorante pourpre d'une teinte très-riche; elle précipite en blanc le sous-acétate de plomb. Le chlorure de chaux produit, avec la bêta-orcine, une coloration d'un rouge de sang, tandis que l'orcine ordinaire donne une coloration d'un rouge violet. A 100°, les cristaux de bêta-orcine perdent de l'eau sans se fondre.

ACIDE ÉRYTHROLÉIQUE. — AZO-ÉRYTHRINE.

L'orseille du commerce contient, outre l'orcéine, deux autres matières, l'*acide érythroléique* et l'*azo-érythrine*.

L'azo-érythrine est insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther : soluble dans les alcalis, qu'elle colore en rouge vineux. La composition de ce corps correspond à la formule $C^{28}H^{19}AzO^{22}$.

L'acide érythroléique est soluble dans l'alcool et dans l'éther, presque insoluble dans l'eau, soluble dans les liqueurs alcalines : il est d'une couleur pourpre. Cet acide renferme $C^{26}H^{22}O^{8}$. (M. Kane.)

ACIDE CÉTRARIQUE. — ACIDE LICHENSTÉARIQUE.

MM. Knop et Schnedermann ont trouvé deux acides particuliers dans le lichen d'Islande.

L'*acide cétrarique* $C^{34}H^{16}O^{15}$ se présente en aiguilles extrêmement ténues, d'un blanc éclatant, d'une saveur franchement amère, presque insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et très-solubles dans l'alcool bouillant. M. Hesse propose pour l'acide cétrarique la formule $C^{18}H^{8}O^{8}$.

L'*acide lichenstéarique* $C^{28}H^{24}O^{6}$ est un acide gras inodore, d'une saveur âcre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, surtout à chaud. Il fond à 120°, et donne une huile limpide qui se concrète par le refroidissement en une masse cristalline.

Pour obtenir ces deux acides, on traite pendant quinze minutes environ le lichen d'Islande par un mélange bouillant d'alcool concentré et de carbonate de potasse (16 grammes de carbonate par chaque kilogramme d'alcool). Il se forme du cétrarate et du lichenstéarate de potasse, qui sont solubles dans l'alcool. La liqueur, étant filtrée et additionnée d'acide chlorhydrique, laisse déposer de l'acide lichenstéarique, de l'acide cétrarique et une matière verte peu connue. En traitant ce mélange par 8 à 10 fois son poids d'alcool étendu et bouillant, on enlève la presque totalité de l'acide lichenstéarique, qui se dépose, par le refroidissement de la dissolution, sous la forme de tables quadrangulaires

obliques. On purifie l'acide lichenstéarique en le faisant cristalliser d'abord dans l'huile de naphte et ensuite dans l'alcool.

L'acide cétrarique compose en majeure partie le résidu insoluble dans l'alcool faible qui a servi à extraire l'acide lichenstéarique. Pour isoler l'acide cétrarique, il faut laver plusieurs fois ce résidu avec de l'éther dans lequel on a ajouté une huile essentielle qui enlève de la matière verte; on le fait ensuite bouillir avec de l'alcool concentré : l'acide cétrarique se dissout et cristallise par le refroidissement de l'alcool en aiguilles fines et déliées. On décolore ces cristaux par le noir animal, puis on achève de les purifier en les reprenant par la potasse : les substances étrangères avec lesquelles ils sont mélangés ne se dissolvent pas dans cette base. Le sel de potasse, décomposé par l'acide chlorhydrique, donne l'acide cétrarique.

ACIDE CHRYSOPHANIQUE. $C^{20}H^{8}O^{6}$?

Cet acide, connu également sous le nom de *rhéine*, d'*acide rhéique*, de *rhubarbarine*, de *jaune de rhubarbe*, de *rumicine*, etc., existe dans le lichen des murailles (*Parmelia parietina*), dans la rhubarbe, et, à ce qu'il paraît, dans toutes les racines de polygonées qui sont colorées en jaune.

Propriétés. — L'acide chrysophanique présente l'aspect d'aiguilles jaunâtres d'un éclat métallique, peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool, l'éther, et dans l'acide sulfurique concentré.

Lorsqu'on le soumet à la distillation, il se décompose et laisse un résidu de charbon; toutefois une partie de l'acide échappe à la décomposition et se sublime en petits cristaux dans le col de la cornue.

La potasse, la soude et l'ammoniaque dissolvent l'acide chrysophanique en prenant une teinte d'un rouge foncé. Cette coloration est caractéristique : elle permet de reconnaître facilement de petites quantités d'acide chrysophanique dans une liqueur. La dissolution d'acide chrysophanique dans la potasse dépose, par l'évaporation, une matière amorphe de couleur bleue, qui se dissout dans l'eau et dans l'alcool avec une coloration rouge.

Les *chrysophanates de baryte* et *de plomb* sont très-peu stables.

Extraction. — L'acide chrysophanique s'extrait du lichen des murailles en épuisant cette plante desséchée par une dissolution alcoolique de potasse. La liqueur, additionnée d'acide acétique, dépose de volumineux flocons jaunes d'acide chrysophanique. On lave cet acide avec de l'eau, puis on le reprend par une dissolution alcoolique de potasse qui sépare une certaine quantité de résine avec laquelle l'acide chrysophanique se trouvait mélangé. Il suffit alors, pour précipiter l'acide chrysophanique pur, de saturer la dissolution alcaline par l'acide chlorhydrique. (MM. Rochleder et Heldt.)

Pour retirer l'acide chrysophanique de la rhubarbe, il faut réduire cette racine en poudre, l'épuiser par l'alcool concentré, dans un appareil à déplacement ; évaporer à sec l'extrait alcoolique, reprendre le résidu par l'alcool, et verser de l'éther dans la dissolution jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de résine. La liqueur filtrée dépose l'acide chrysophanique par l'évaporation. On purifie cet acide en le faisant cristalliser plusieurs fois dans l'alcool absolu.

(MM. Dœpping et Schlossberger.)

MM. Warren de la Rue et Muller ont également extrait de la rhubarbe une substance cristalline orangée, l'*émodine*. Ses propriétés chimiques et sa composition la rapprochent beaucoup de l'acide chrysophanique. L'émodine fond à 250°, et se volatilise un peu au-dessus de cette température, en répandant des vapeurs jaunes.

TOURNESOL.

Le tournesol, qui est employé par les chimistes pour constater la présence des acides et des bases, se forme, comme nous l'avons dit, dans l'action de l'oxygène et de l'ammoniaque sur les lichens; il faut, en outre, la présence d'un carbonate alcalin. Les corps qui se trouvent dans le tournesol paraissent résulter d'une action prolongée de l'oxygène et de l'ammoniaque sur l'orcine ; car on n'y retrouve plus d'acides lécanorique et érythrique, ni même d'orcéine, ce qui aurait lieu cependant sans la présence d'un carbonate alcalin.

M. R. Kane, qui a publié un travail fort étendu sur les matières colorantes que l'on peut extraire du tournesol, admet que le tournesol en pains contient les matières colorantes suivantes :

Azolitmine.....	$C^{18}H^{10}Az^{2}O^{10}$.
Spaniolitmine.....	$C^{16}H^{7}O^{16}$.
Érythroléine	$C^{26}H^{22}O^{4}$.
Érythrolitmine.....	$C^{28}H^{23}O^{18}$.

L'*azolitmine* constitue en grande partie le tournesol ; elle est azotée.

Pour isoler ces diverses substances, on épuise le tournesol du commerce par l'eau bouillante : la liqueur bleue ainsi obtenue renferme la *spaniolitmine* et une très-petite quantité d'*azolitmine*. Le résidu insoluble est délayé dans l'eau et traité par l'acide chlorhydrique en faible excès. Il se produit alors des flocons d'un beau rouge qu'on lave et qu'on dessèche soigneusement. Ces flocons sont mis ensuite en ébullition avec de l'alcool, qu'on renouvelle jusqu'à ce que cet agent ait enlevé toutes les parties qu'il peut dissoudre. On évapore à sec les extraits alcooliques et l'on fait digérer le nouveau résidu avec de l'éther bouillant. Ce dissolvant enlève l'*érythroléine*. L'*érythrolitmine* reste à l'état insoluble. Le corps qui a résisté en grande partie à l'action de l'eau, complétement à celles de l'alcool et de l'éther, est l'*azolitmine*.

(M. R. Kane, *Ann. de chim. et de phys.*, t. II, p. 5.)

Les substances que l'on extrait du tournesol sont rouges, mais elles bleuissent sous l'influence des alcalis, de la chaux, de l'ammoniaque, etc. Lorsqu'on sature ces bases par un acide, les matières colorantes reprennent leur couleur rouge naturelle.

Le tournesol a été soumis récemment à une nouvelle analyse : en employant des procédés différents de ceux de M. R. Kane, on a pu retirer du tournesol des corps nouveaux.

Les pains de tournesol réduits en poudre sont épuisés par l'eau ; on traite le résidu par une dissolution bouillante de potasse ou de soude caustique, et, après avoir réuni dans un même vase les extraits ainsi obtenus, on y ajoute une dissolution d'acétate de plomb. La liqueur se décolore entièrement et il se forme un précipité bleu. On lave ce précipité par décantation, jusqu'à ce que les eaux de lavage commencent à prendre une teinte bleuâtre, et on le met en suspension dans de l'eau où l'on fait passer à refus un courant d'hydrogène sulfuré. Le mélange est ensuite exposé au contact de l'air afin que l'excès d'acide sulfhydrique se dégage, puis jeté sur un filtre, qui retient le sulfure de plomb et les matières colorantes. La propriété que présentent ces dernières de se dissoudre dans l'ammoniaque permet de les séparer du sulfure métallique. En traitant la masse par de l'eau ammoniacale et additionnant la solution d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique, on obtient de nombreux flocons rouges qu'on recueille sur un filtre. La liqueur filtrée ne renferme plus qu'une matière colorante brune, qui n'existe qu'en fort petite quantité dans le tournesol. Les flocons rouges, épuisés par l'éther, cèdent à ce dissolvant un corps cristallin d'un rouge éclatant. La partie insoluble dans l'éther cède à l'alcool un produit d'un rouge pourpre à reflets dorés : c'est la matière colorante la plus abondante dans le tournesol. Le résidu qui ne s'est dissous ni dans l'eau, ni dans l'alcool, ni dans l'éther, est formé par une substance soluble dans les alcalis et précipitable de ses dissolutions alcalines par les acides.

(M. Gélis.)

On donne le nom de *tournesol en drapeaux* à des lambeaux de toile qui sont imprégnés d'une matière colorante bleue qu'on obtient au moyen de la morelle. Cette matière colorante est tout à fait distincte de celle obtenue avec les lichens ; elle rougit bien par les acides, mais n'est pas ramenée au bleu par l'ammoniaque.

MATIÈRE COLORANTE DU BOIS DE CAMPÊCHE.

Le bois de Campêche est rougeâtre à l'extérieur, jaunâtre à l'intérieur ; très-dense, d'une odeur douce, qui ressemble à celle de la violette. Il renferme :

Une essence, une matière colorante (*hématoxyline*), une substance azotée, de la résine, de l'acide acétique, du chlorure de potassium, des

acétates de potasse et de chaux, du sulfate de potasse, de l'oxalate de chaux, de l'alumine, de l'oxyde de fer, de l'oxyde de manganèse.

Un kilogramme d'extrait de campêche contient environ 125 grammes d'hématoxyline pure.

Dans le commerce, on trouve le bois de Campêche en poudre ou plus souvent en morceaux, parce que, dans ce dernier état, l'extraction de la matière colorante est plus facile.

L'eau n'enlève qu'avec difficulté l'hématoxyline au bois de Campêche : un gramme de ce bois réduit en poudre exige, pour être épuisé, environ deux litres d'eau bouillante, et la liqueur, soumise à l'évaporation, ne donne que $0^{gr},25$ à $0^{gr},30$ d'extrait coloré.

(M. Chevreul.)

Le commerce livre des extraits de campêche qui ont été préparés en faisant agir simultanément la vapeur et l'eau sur le bois colorant réduit en poudre. L'eau chargée d'hématoxyline est ensuite évaporée à sec, ou bien à consistance sirupeuse : le résidu de cette évaporation constitue l'extrait.

La poudre de campêche destinée à la teinture est parfois soumise à un traitement qui a pour but d'augmenter son pouvoir colorant, tout en diminuant la quantité de matières qui accompagnent l'hématoxyline et qui altèrent souvent la blancheur des parties *réservées* du tissu.

Une couche de campêche, de plusieurs centimètres d'épaisseur, est étendue sur les dalles d'une chambre dans laquelle on peut facilement établir un courant d'air. Cette poudre est humectée d'eau avec un arrosoir, puis recouverte d'une nouvelle couche de campêche pulvérisé, qu'on mouille de la même manière, avant de placer une troisième couche. La superposition du bois colorant est continuée ainsi jusqu'à ce que l'on atteigne la hauteur de $1^{m},50$, moment où la masse est abandonnée à elle-même. La température s'élève rapidement, la fermentation commence et détruit les matières autres que l'hématoxyline. Si l'on ne prenait soin alors d'établir un courant d'air dans la chambre et de déplacer de temps en temps le campêche pour éviter une trop forte élévation de température, la matière colorante se décomposerait inévitablement. Quand la température a été bien ménagée, le bois est, au bout de trois ou quatre semaines, d'un beau rouge de sang ; et malgré toute l'eau qu'il renferme, son rendement en matière colorante est encore égal aux 5 huitièmes de celui du bois non traité.

HÉMATINE OU HÉMATOXYLINE. $C^{32}H^{14}O^{12}$.

L'hématine, matière colorante du bois de Campêche, découverte par M. Chevreul, a été examinée par M. O. L. Erdmann, et récemment par M. O. Hesse. (*Journ. fur praktische Chemie*, LXXV, 218. — *Annal. der Chem. und Pharm.*, CIX, 332.)

Propriétés. — L'hématine est soluble dans l'alcool et l'éther. Si on

l'expose à l'action de la lumière solaire dans un vase de verre fermé, elle se colore en rouge du côté tourné vers la lumière, surtout lorsqu'elle est à l'état pulvérulent. L'hématine donne de belles couleurs sous l'influence simultanée des bases énergiques, surtout des alcalis, et de l'oxygène de l'air. La saveur de l'hématine est légèrement sucrée. Cette matière ne se dissout que lentement dans l'eau froide; elle se dissout en très-grande quantité dans l'eau bouillante et cristallise par le refroidissement en prismes tétraèdres rectangulaires.

La baryte précipite l'hématine de sa dissolution, et donne un précipité blanc bleuâtre qui passe au violet, puis au brun par le contact de l'air. L'acétate de plomb forme avec l'hématine un précipité blanc qui, par le contact de l'air, se colore rapidement en bleu. En traitant l'hématate de plomb par de l'acide sulfhydrique, on obtient de l'hématine qui est presque incolore. Suivant M. Hesse, elle est complétement incolore lorsqu'on la fait cristalliser dans de l'eau additionnée d'un peu de sulfate de soude ou d'ammoniaque. Les acides, à l'exception de ceux qui sont doués d'un pouvoir oxydant énergique, n'exercent que peu d'action sur cette substance. L'acide sulfurique étendu produit une couleur rouge jaunâtre qui devient jaune par l'addition de l'eau. L'acide chlorhydrique colore la liqueur en rouge pourpre. L'acide azotique très-étendu rougit la dissolution d'hématine. S'il est concentré, il décompose la matière colorante et produit de l'acide oxalique. L'hématine réduit la liqueur de Fehling et dévie vers la droite le plan de polarisation de la lumière. Elle se dissout aisément dans le borate de soude en solution saturée. L'addition d'un acide la reprécipite sous forme d'une masse cristalline. Le phosphate de soude dissout l'hématine en grande quantité; l'hyposulfite de soude la dissout également à chaud, en présentant une coloration pourpre. Par le refroidissement, il se sépare de l'hématine amorphe, un peu colorée. (M. Hesse.)

Lorsque l'hématine est soumise à l'influence simultanée de l'ammoniaque et de l'oxygène, elle se convertit en un corps qui a été nommé *hématéine* et qui a pour formule $C^{32}H^{10}O^{10}$. L'hématine, en se transformant en hématéine, perd donc simplement 1 équivalent d'hydrogène et 2 d'eau.

L'hématéine est cristalline, d'un noir violacé, à reflets métalliques; elle colore l'eau en pourpre très-foncé. L'acide acétique la précipite de sa dissolution aqueuse; l'acide sulfhydrique la ramène à l'état d'hématine. L'hématéine se dissout dans l'alcool en donnant une liqueur colorée en brun rouge; elle est soluble en petite quantité dans l'éther, et colore ce liquide en jaune de succin.

L'hématéine produit, avec l'ammoniaque, une combinaison (hématéate d'ammoniaque) très-soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, qui se décompose à 100° en dégageant de l'ammoniaque. Cette combinaison ammoniacale a pour composition : $C^{32}H^{9}(AzH^{4})O^{10} + 8HO$.

Pour se procurer l'hématéine, il faut dissoudre à froid de l'hématine

dans l'ammoniaque et abandonner la liqueur au contact de l'air. Il se dépose bientôt des cristaux d'*hématéate d'ammoniaque*, qu'on lave à l'eau froide, et qu'on décompose ensuite par l'acide acétique étendu.

Préparation. — On obtient l'hématine en traitant le bois de Campêche par l'eau et en agitant l'extrait aqueux avec de l'alcool ou de l'éther qui enlève l'hématine.

Un kilogramme d'extrait aqueux de bois de Campêche donne environ 125 grammes d'hématine cristallisée $C^{32}H^{14}O^{12},6HO$. Cette substance, en se desséchant, devient $C^{32}H^{14}O^{12},2HO$, puis $C^{32}H^{14}O^{12}$.

MATIÈRES COLORANTES DE LA GARANCE.

Les chimistes ne sont pas d'accord sur le nombre des matières colorantes qu'on peut extraire de la garance. Quelques-uns pensent que les différentes teintes que présente la garance proviennent de la modification d'un même principe ; les autres admettent, au contraire, dans la garance, l'existence de plusieurs matières colorantes différentes.

Dans un travail remarquable publié sur le développement de la garance. M. Decaisne a démontré que tant que la racine de garance n'est pas séparée de la tige, elle ne contient pas de matière colorante rouge, mais qu'elle est remplie d'un liquide jaunâtre qui est d'autant plus foncé et d'autant plus abondant, que l'âge de la plante est plus avancé ; mais dès que la racine est coupée, le liquide, se trouvant soumis à l'influence de l'air, se trouble, devient granuleux et se colore en rouge. Cette observation intéressante semble démontrer que toutes les substances que l'on extrait de la garance ne préexistent réellement pas dans cette racine, mais qu'elles résultent de l'oxydation d'une substance première qui est jaune.

Les teinturiers savent que la garance, pour acquérir toute sa vigueur tinctoriale, a besoin de subir un commencement de fermentation. Ils savent aussi que la force colorante de la garance se développe avec le temps jusqu'à un certain maximum, à partir duquel elle va en diminuant.

La matière colorante de la garance étant introduite dans l'organisme, paraît susceptible d'être assimilée sans éprouver d'altération. Il est constant, en effet, d'après les expériences intéressantes de M. Flourens, qu'en mêlant de la garance à la nourriture de certains animaux, on arrive en très-peu de temps à faire prendre à leurs os une forte coloration rouge. La solubilité de la garance dans l'eau albumineuse et les liquides analogues, et sa précipitation de ces dissolvants par le phosphate de chaux suffisent, d'après M. Barreswil, pour expliquer ce phénomène.

Parmi les chimistes qui se sont occupés de l'étude chimique de la garance, nous citerons particulièrement MM. Kuhlmann, Robiquet, Colin, Gaultier de Claubry, Persoz, Schunck, Girardin, Runge, Schiel, Schutzenberger, E. Kopp.

La matière colorante la plus importante de la garance, et celle dont l'étude est la plus complète, est l'*alizarine*, dont la composition est représentée par la formule $C^{20}H^{6}O^{6}$. Nous avons vu, en faisant l'histoire de la naphtaline, comment on peut envisager cette matière colorante, qui représente l'*acide oxynaphtalique;* toutes les tentatives faites jusqu'à présent pour la produire artificiellement, sont restées infructueuses.

M. Kuhlmann a extrait de la garance une matière colorante jaune qu'il a appelée *xanthine*. Cette substance est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, moins soluble dans l'éther. Les alcalis la font passer au rouge-citron, et les acides au rouge-orange. Elle teint le coton mordancé en orangé, tandis que l'alizarine le teint en bleuâtre ; sa saveur est sucrée, puis amère. Les sels métalliques ne précipitent pas sa dissolution ; elle forme avec les oxydes métalliques des laques rouges ou roses d'un grand éclat. La xanthine se trouve dans l'extrait alcoolique de la garance.

M. Schiel a retiré de la garance deux principes colorants, l'un *pourpre,* auquel on attribue la formule $C^{18}H^{6}O^{6}$; l'autre *rouge*, qu'il représente par $C^{28}H^{8}O^{9}$. Le principe pourpre, ou *purpurine*, ressemble beaucoup à l'alizarine; il est cependant un peu plus rouge que cette dernière substance ; il est plus soluble dans l'eau que l'alizarine et produit une dissolution rougeâtre ; il est à peine soluble dans l'éther. La purpurine est colorée en rouge groseille par la potasse, la soude et l'ammoniaque : ces dissolutions sont précipitées par la strontiane, la baryte et la chaux. Cette matière colorante se dissout dans l'acide sulfurique et produit une liqueur rouge que l'eau précipite. Une dissolution aqueuse d'alun dissout facilement la purpurine et se colore en rouge rosé d'une belle nuance : la purpurine fond à 225° et se volatilise ensuite en produisant des cristaux rouges qui ont pour composition $C^{7}H^{4}O^{4}$. On prépare cette matière colorante en épuisant d'abord la garance par une dissolution d'alun qui dissout la purpurine : la liqueur, traitée par l'acide sulfurique, laisse précipiter de la purpurine que l'on dissout dans l'alcool pour la faire cristalliser. Cette matière colorante donne, avec les tissus mordancés, des teintes virant au rose et qui sont plus brillantes que celles obtenues avec l'alizarine. Le principe rouge se trouve dans le précipité brun que la décoction chaude de la racine donne en se refroidissant : il est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther ; avec la potasse, il donne une dissolution violette ; l'ammoniaque et les carbonates alcalins le colorent en rouge ; il se sublime vers 225°, et donne des cristaux d'un beau jaune rouge, volatils, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans l'éther.

D'après M. Schunck, la racine de garance contiendrait sept substances différentes, qui sont deux matières colorantes, l'*alizarine* et la *rubiacine ;* un principe amer, le *rubian ;* deux résines, de l'acide pectique, et une substance brune qui est probablement un produit d'oxydation.

Le rubian est, selon M. Schunck, le principe qui, dans la garance, se

dédouble, sous l'influence des acides, des alcalis ou des ferments, en sucre incristallisable et en matières colorantes.

Pour isoler les matières colorantes de la garance, M. Schunck réduit en poudre grossière les racines nouvellement récoltées. Il les fait bouillir avec de l'eau pendant plusieurs heures, et il filtre la liqueur bouillante. Cette liqueur a une couleur brun foncé, et donne par les acides un précipité brun qui, après avoir été purifié de l'excès d'acide par des lavages à l'eau, renferme toute la matière colorante de la dissolution. Ce précipité brun, épuisé par l'eau bouillante, lui abandonne l'alizarine, le rubian, l'acide pectique et une petite quantité de résine; le résidu contient la rubiacine, la plus grande partie des résines, ainsi que la substance brun foncé. Si l'on filtre la dissolution bouillante à travers une toile, l'alizarine, mêlée d'un peu de résine, se sépare en flocons d'un rouge sale.

M. Schunck préfère, pour l'extraction des principes colorants de la garance, le traitement par l'eau bouillante à celui par les alcalis. Pour séparer l'alizarine de la rubiacine, il emploie le procédé suivant. Après avoir lavé le précipité brun foncé, obtenu par l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique sur la décoction bouillante de garance, on le fait bouillir avec de l'alcool et on le filtre bouillant. La solution alcoolique ainsi obtenue est d'un brun foncé; le résidu est pourpre et floconneux. On continue à le traiter par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que le liquide filtré ne présente plus qu'une couleur légèrement jaune; par le refroidissement, il se sépare une poudre d'un brun foncé qui n'est autre chose que l'une des deux résines. En chauffant de nouveau à l'ébullition, et en ajoutant de l'hydrate d'alumine, on sépare l'alizarine, le rubian, la rubiacine et une partie des résines; l'alumine ainsi colorée est lavée convenablement avec de l'alcool, puis traitée par une dissolution concentrée et bouillante de carbonate de potasse.

On déplace ainsi toutes les substances fixées sur l'alumine, à l'exception de l'alizarine. La laque qui reste est colorée en rouge foncé. L'acide chlorhydrique bouillant la décompose, en laissant pour résidu une poudre cristalline, qui est de l'alizarine; on lave cette substance sur un filtre, et on la fait dissoudre dans l'alcool, qui l'abandonne en cristaux rouges brillants. La dissolution potassique qui renferme la rubiacine et les autres substances est d'une couleur rouge foncé. On précipite la liqueur par l'acide chlorhydrique, et on lave le précipité à l'eau froide. Dès que l'acide chlorhydrique est éliminé, le rubian commence à se dissoudre, et peut ainsi être séparé du précipité.

La partie du précipité qui ne s'est pas dissoute est réunie au liquide alcoolique, d'où l'on a séparé, au moyen de l'hydrate d'alumine, l'alizarine et les autres substances. On a ainsi la rubiacine mélangée avec les deux résines. Pour séparer la rubiacine, M. Schunck conseille de transformer partiellement, par l'action de l'azotate de peroxyde de fer, la rubiacine en rubiacate de fer, qui reste dissous : l'une des résines se

combine ainsi avec le peroxyde de fer et se dissout, mais l'autre reste à l'état insoluble. L'acide chlorhydrique sépare de la liqueur l'*acide rubiacique*, la rubiacine et la résine. On lave le résidu avec de l'eau, et on le traite par l'alcool bouillant, qui dissout le rubian : cette dernière substance se précipite en poudre cristalline d'un jaune-citron.

Suivant M. Rochleder, le rubian est un mélange, et la garance contient un acide cristallisable, l'*acide rubérythrique*, qui peut se dédoubler en alizarine et en sucre incristallisable.

Pour isoler les matières colorantes de la garance, M. H. Debus épuise la racine par de l'eau bouillante, soumet la décoction à l'ébullition avec un excès d'oxyde de plomb hydraté. Les matières colorantes forment avec cet oxyde des combinaisons insolubles et colorées en rouge brun. Le dépôt recueilli est lavé et décomposé à chaud par l'acide sulfurique faible. Les matières colorantes, peu solubles dans l'eau, se précipitent avec le sulfate de plomb. On fait bouillir le précipité avec de l'alcool, qui dissout la plus grande partie des matières colorantes, puis on agite la dissolution alcoolique avec de l'oxyde de zinc calciné. Plusieurs matières colorantes se précipitent en combinaison avec l'oxyde de zinc, tandis que les autres restent en dissolution.

M. H. Debus a examiné seulement les matières colorantes combinées avec l'oxyde de zinc. La combinaison zincique, chauffée avec de l'acide sulfurique faible, laisse pour résidu un mélange de deux matières colorantes, solubles toutes les deux dans une dissolution bouillante d'alun, mais dont l'une se précipite par le refroidissement, tandis que l'autre reste en dissolution : la première constitue l'*acide lizarique ;* la seconde est l'*acide oxylizarique*.

ALIZARINE. $C^{20}H^{6}O^{6}$.

L'alizarine a été découverte par MM. Robiquet et Colin.

C'est la seule matière colorante de la garance sur l'existence de laquelle les chimistes soient parfaitement d'accord.

Propriétés. — Cette substance se présente sous deux formes, suivant qu'elle est hydratée ou anhydre. Lorsqu'elle renferme de l'eau de cristallisation, elle forme des paillettes semblables à l'or mussif; anhydre, elle constitue des prismes rouges, tirant plus ou moins sur le jaune, suivant la grosseur des cristaux (Gerhardt). Elle est inodore, insipide, sans réaction sur le papier de tournesol, mais se comporte vis-à-vis des bases comme un acide faible; elle se sublime sans résidu; elle est peu soluble dans l'eau bouillante, beaucoup moins encore dans l'eau froide. L'eau chauffée à 250° en vase clos dissout 2,16 pour 100 de son poids d'alizarine, laquelle se sépare par le refroidissement (Schutzenberger). L'alcool et l'éther la dissolvent avec une couleur jaune. Elle se dissout dans les alcalis caustiques et carbonatés en prenant une belle coloration pourpre foncée; les acides l'en reprécipitent en flocons

orangés. Elle forme avec la baryte et la chaux des composés insolubles d'un beau rouge pourpre. Elle s'unit aux tissus mordancés et produit toutes les teintes de la garance.

Quand on fait passer un courant de chlore dans de l'eau contenant de l'alizarine en suspension, cette substance devient jaune et se dissout alors dans les alcalis sans se colorer. L'acide chlorhydrique n'altère pas l'alizarine, l'acide sulfurique la dissout sans l'altérer, et l'eau la précipite de cette solution en flocons jaunes.

L'acide azotique faible décompose l'alizarine à l'ébullition; la dissolution contient un acide nouveau, l'*acide alizarique* $C^{16}H^{6}O^{8}$, qui se forme également lorsqu'on fait bouillir l'alizarine avec de l'azotate ou du perchlorure de fer (M. Schunck). D'après Gerhardt, l'acide alizarique est identique avec l'acide phtalique, et sa formation pourrait s'expliquer par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{20}H^{6}O^{6}}_{\text{Alizarine.}} + 2HO + 8O = \underbrace{C^{16}H^{6}O^{8}}_{\text{Acide alizarique.}} + 2C^{2}O^{3},HO.$$

L'acide alizarique se décompose par la distillation sèche en un nouvel acide que M. Schunck a appelé *acide pyro-alizarique*, et que Gerhardt a considéré comme de l'acide phtalique anhydre. Le chlore ne décompose pas l'acide alizarique. L'acide alizarique, chauffé avec de l'acide sulfurique, se dissout et laisse dégager des vapeurs qui déposent des aiguilles d'acide pyro-alizarique.

La dissolution aqueuse d'acide alizarique précipite le perchlorure de fer en jaune et l'acétate de plomb en blanc. L'acide alizarique, distillé avec de la chaux vive, laisse dégager une huile odorante qui se solidifie au bout de quelque temps.

Les *alizarates* sont presque tous solubles dans l'eau.

Préparation.—On peut préparer l'alizarine par différents procédés qui sont basés sur la grande stabilité de cette matière colorante. On mêle la garance en poudre avec son poids d'acide sulfurique, qui détruit et charbonne les matières organiques contenues dans la garance sans altérer l'alizarine; on soumet le résidu, que l'on nomme *charbon sulfurique*, au lavage à l'eau froide pour enlever l'acide sulfurique; on le traite ensuite par l'alcool froid, qui dissout les corps gras : l'alcool bouillant dissout l'alizarine, qui cristallise en longues aiguilles jaunes par le refroidissement. M. Vilmorin a proposé également le sulfure de carbone comme dissolvant de l'alizarine. On peut aussi, pour préparer l'alizarine, soumettre à la distillation le charbon sulfurique lavé et desséché; l'alizarine se sublime en belles aiguilles brillantes qui rappellent par leur couleur le plomb chromaté natif.

Cette sublimation demande d'ailleurs les plus grandes précautions. Il est préférable de l'opérer sous l'influence d'un courant de vapeur d'eau surchauffée, ou de suivre la méthode recommandée par M. E. Kopp.

On prépare avec de l'alizarine impure, de l'empois d'amidon, du sel ammoniac et un peu de sable, une pâte épaisse que l'on sèche à l'étuve sous forme de plaques minces. Ces plaques sont placées sur des cuvettes métalliques rectangulaires à rebords très-bas. On recouvre le tout d'une feuille de carton mince, puis on chauffe en élevant progressivement la température. La sublimation étant terminée, on lave les aiguilles d'alizarine avec un peu d'eau.

PURPURINE. $C^{18}H^{8}O^{6}$.

Nous avons vu plus haut comment on isole la purpurine. Cette substance paraît être un produit de décomposition de l'alizarine. Elle cristallise dans l'alcool en aiguilles orangées fines, qui sont comme feutrées après la dessiccation. La purpurine est plus soluble dans l'eau que l'alizarine; elle fond par la chaleur et peut se sublimer. L'acide sulfurique concentré et les alcalis la dissolvent aisément. Elle ne se dissout pas à froid dans une solution concentrée de carbonate de soude. Comme l'alizarine, elle joue le rôle d'un acide faible et forme des laques avec les différents oxydes métalliques.

D'après M. Rochleder, elle pourrait se réduire dans les mêmes circonstances que l'indigo, et se régénérer comme lui par l'absorption de l'oxygène.

M. Schunck a contesté l'existence de la purpurine comme principe particulier; il prétend que ce n'est que de l'alizarine souillée par une matière résineuse.

RUBIACINE.

La rubiacine cristallise en tables rougeâtres peu solubles dans l'eau froide, solubles dans l'alcool : elle forme avec les bases alcalines des combinaisons solubles; les autres sels sont insolubles. Elle résiste à l'action de l'acide sulfurique, même bouillant.

ACIDE RUBIACIQUE.

L'acide rubiacique se produit lorsque l'on traite la rubiacine par l'azotate de peroxyde de fer. Il est peu soluble dans l'eau chaude, qu'il colore en jaune; sa dissolution dans l'alcool bouillant est précipitée par l'eau qui en sépare l'acide rubiacique en petits cristaux. Chauffé dans un tube, il fond d'abord, et donne ensuite des vapeurs qui se condensent en un corps huileux qui se solidifie sans devenir cristallin. L'acide sulfurique dissout l'acide rubiacique sans l'altérer. L'acide azotique le décompose. Le chromate de potasse et l'acide sulfurique ne le décomposent pas, même à l'ébullition. L'acide rubiacique se dissout dans le perchlorure de fer qu'il colore en rouge. Il ne colore que faiblement les étoffes mordancées.

RUBIAN. $C^{32}H^{16}O^{16}$.

Le rubian est amorphe, brillant, très-dur, de couleur brune, inso-

luble dans l'éther, soluble dans l'eau et l'alcool. Il fond à 130°, et se décompose au-dessus de cette température en produisant de l'alizarine. Il forme avec l'oxyde de plomb un composé insoluble.

Le rubian est ordinairement souillé par une substance, nommée *chlorogénine*, qui a la propriété de donner une poudre verte par l'ébullition avec les acides chlorhydrique ou sulfurique.

L'acide azotique concentré attaque à chaud le rubian et le convertit en acide phtalique. L'acide sulfurique le dissout en se colorant en rouge.

Sous l'influence de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique étendus, le rubian donne du sucre incristallisable et quatre substances nouvelles :

L'alizarine.....	$C^{20}H^{6}O^{6}$
La rubianine.....	$C^{28}H^{17}O^{13}$ (à 100°).
La rubirétine.....	$C^{14}H^{6}O^{4}$.
La vérantine.....	$C^{14}H^{5}O^{5}$.

La potasse, l'ammoniaque, la baryte et la chaux, colorent le rubian en rouge de sang. La magnésie, l'alumine, le peroxyde de fer et l'oxyde de cuivre le précipitent de sa dissolution aqueuse.

Lorsqu'on fait bouillir du rubian avec une dissolution de soude, il se précipite une poudre d'un rouge foncé qui est insoluble dans la soude caustique. La liqueur alcaline surnageante, étant neutralisée par un acide, dépose des flocons bruns formés par un mélange d'alizarine, de rubirétine, de vérantine, avec une substance particulière, la *rubiadine*.

La garance, traitée par l'eau à 38°, abandonne un ferment (*érythrozyme*) qui convertit rapidement le rubian en un mélange de diverses matières peu connues (*rubiafine*, *rubiagine*, *rubiadipine*).

La rubiafine, soumise à l'action des sels de peroxyde de fer, donne la *rubiacine* et l'*acide rubiacique*.

Au contact de l'émulsine, le rubian se change en alizarine.

(M. Schunck.)

Suivant M. Rochleder, le rubian ne serait que de l'acide rubérythrique à l'état impur.

ACIDE RUBÉRYTHRIQUE. $C^{12}H^{10}O^{10}$.

Propriétés. — L'acide rubérythrique est cristallin, de couleur jaune, peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau bouillante, dans l'alcool et dans l'éther.

Les alcalis dissolvent à froid l'acide rubérythrique en prenant une teinte d'un rouge de sang ; la dissolution, portée à l'ébullition et neutralisée ensuite par un acide, dépose de l'alizarine.

L'eau de baryte et le sous-acétate de plomb précipitent en rouge l'acide rubérythrique. L'alumine forme avec cet acide une laque de couleur vermillon.

L'acide chlorhydrique étendu et bouillant dédouble l'acide rubérythrique en alizarine et en une matière sucrée.

Extraction. — Pour obtenir l'acide rubérythrique, on verse une solution d'acétate de plomb dans un extrait aqueux de racine de garance. Il se dépose des flocons violets contenant de l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique, des matières grasses et une petite quantité d'acide rubérythrique. On filtre la liqueur, et, après l'avoir additionnée de sous-acétate de plomb, on recueille le nouveau précipité qui se forme. Ce précipité (mélange de *rubérythrate de plomb*, avec le sel de plomb d'un acide particulier, l'*acide rubichlorique*) est mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'acide sulfhydrique. On sépare le sulfure de plomb produit, on le lave avec de l'eau froide qui enlève l'acide rubichlorique et laisse avec le sulfure la presque totalité de l'acide rubérythrique. En traitant alors la masse par l'alcool, on en extrait l'acide rubérythrique.

(M. Rochleder.)

Nous ferons suivre cet aperçu sur l'histoire chimique de la garance par quelques mots sur la culture de la plante, sur ses caractères et sur les essais des garances.

Cette racine, que l'on cultive principalement à Chypre, à Smyrne, à Andrinople, en Hollande, en Saxe, en Silésie, en Provence, en Alsace, etc., est cylindrique et recouverte d'une écorce striée, de couleur rouge. Son odeur est très-faible, sa saveur amère et astringente.

Le commerce la livre en fragments ou en poudre: sous le premier de ces états, elle porte le nom d'*alizaris;* sous le second, elle reçoit des dénominations particulières que nous indiquerons en étudiant les principales couleurs employées en peinture.

Nous décrirons ici la fabrication des poudres de garance.

Lorsque la plante a pris son entier développement, vers le mois d'octobre, on l'arrache et on la soumet immédiatement à la dessiccation. Dans les pays chauds, cette dessiccation a lieu en plein air; on l'opère à l'étuve dans les contrées froides; aussi les garances d'Alsace et de Hollande renferment-elles environ 10 pour 100 d'eau de moins que celles d'Avignon et de Turquie. La racine que l'on emploie exclusivement pour obtenir des bains colorants est, au sortir du séchoir ou de l'étuve, battue au fléau, qui la brise en morceaux de 7 à 8 centimètres de longueur, et sépare en même temps la terre et le billon léger (partie chevelue et épiderme). Le tout est ensuite passé à la tarare, tamisé et vanné à la main, pour obtenir un triage plus parfait des produits. Ces dernières opérations complètent le traitement que l'agriculteur fait subir à la garance. Le fabricant soumet de nouveau les racines à la dessiccation, afin de chasser l'humidité qu'elles ont absorbée. Il les place ensuite sur un tamis à compartiments, dont les mailles, plus ou moins serrées, permettent de séparer les racines d'un petit diamètre de celles dont la

grosseur est plus considérable, et qui sont plus estimées. Enfin il réduit en poudre, sous des meules, la garance ainsi *robée*.

Voici les caractères physiques des principales sortes de garances moulues.

La *garance d'Avignon* est hygrométrique. Elle présente une couleur qui varie du rose au rouge brun. Son odeur est faible, sa saveur sucrée et amère.

MM. Persoz et Schlumberger attribuent la coloration rouge sombre de cette espèce de garance à l'action des carbonates de chaux et de potasse que renferme le terrain dans lequel la racine a pris son accroissement. En effet, une des garances les plus estimées, la *garance palus*, se trouve sur un terrain qui contient 78 à 90 pour 100 de craie, et elle dégage de l'acide carbonique lorsqu'on la traite par un acide.

La *garance de Hollande* est d'un rouge brun ou orangé, grasse au toucher, d'une odeur désagréable, d'une saveur à la fois sucrée et amère. Elle attire l'humidité de l'air et prend alors une teinte d'un rouge vif.

La couleur de la *garance d'Alsace* est brune ou jaune; sa saveur est très-amère, son odeur plus forte que celle de la garance de Hollande.

Sous l'influence de l'humidité de l'air, la garance d'Alsace prend une teinte d'un rouge foncé.

On peut communiquer aux garances d'Alsace et de Hollande la teinte rouge de la garance d'Avignon, en les mélangeant avec 5 à 6 millièmes de chlorhydrate d'ammoniaque et une quantité équivalente de chaux hydratée. (M. Persoz.)

La composition de la racine de garance n'étant pas encore parfaitement connue, on ne peut déterminer par l'analyse immédiate la pureté des poudres de garance que livre le commerce.

ESSAI DES GARANCES.

Les matières avec lesquelles on falsifie le plus ordinairement la garance sont : la brique pilée, l'ocre rouge ou jaune, les sciures de bois de pin, d'acajou, de Campêche, de santal, enfin la garance déjà épuisée par la teinture.

Pendant longtemps on s'est contenté, pour estimer la valeur d'une garance, de placer une petite quantité de la poudre sur une ardoise que l'on abandonnait pendant douze heures dans un endroit humide. La garance absorbait de l'eau, gonflait considérablement, prenait une coloration plus foncée, et était considérée comme d'autant plus riche qu'elle avait plus augmenté de volume et qu'elle s'était plus colorée.

Ce mode d'essai ne pouvait évidemment donner qu'une valeur approximative de la garance; en outre, il ne faisait pas connaître la nature des substances employées dans la falsification; aussi est-il abandonné.

Maintenant, pour reconnaître la présence des matières étrangères dans les garances, on opère de la manière suivante :

Une partie de la poudre est délayée dans une grande quantité d'eau : si elle ne renferme pas de matières minérales, elle reste totalement en suspension dans le liquide ; si elle en contient, celles-ci tombent au fond du vase.

Dans ce dernier cas, on soumet la garance à l'incinération, on pèse le résidu, et on le compare, sous le double rapport de la quantité et de la qualité, avec les cendres fournies par les garances pures.

Voici la quantité de cendres qu'ont laissées 100 parties de diverses espèces de garances préalablement desséchées à 100° :

Alizaris du Levant	7,8	mi-fondues.
Garance d'Alsace	9,5	pulvérulentes.
— (2e variété)	12,0	»
— (3e variété)	13,0	»
		(M. Chevreul.)
Alizaris d'Avignon	8,1 à 8,3	pulvérulentes.
Alizaris d'Alsace	6,3 à 6,5	»
Garance d'Avignon, pure palus	9,6 à 10,72	»
Garance d'Avignon rosée	8,4 à 8,85	»
Garance d'Alsace	7,2 à 7,9	»
		(M. Persoz.)

Lorsque les garances sont additionnées de matières inorganiques, le résidu qu'elles laissent après l'incinération s'élève souvent à 20 ou 25 pour 100. En soumettant ces cendres à l'analyse, on reconnaît facilement les substances minérales étrangères qu'elles renferment.

Pour faciliter les recherches, nous donnons ici la composition des cendres de la garance pure.

Potasse	20,39	18,07	2,73
Soude	11,04	7,91	20,57
Chaux	24,00	19,84	13,01
Magnésie	2,60	2,50	2,53
Oxyde de fer	0,82	2,28	2,13
Acide phosphorique	3,65	3,13	13,44
Acide sulfurique	2,56	1,45	2,28
Chlore	3,27	8,98	»
Silice	1,14	3,63	13,10
Acide carbonique	25,83	21,35	11,60
Charbon et sable	4,13	11,48	5,93
Chlorure de sodium		»	10,04
	(M. Koechlin.)		(M. May.)

Il est extrêmement difficile de reconnaître la nature des matières organiques étrangères qui ont servi à falsifier la garance ; mais on peut arriver facilement à constater leur présence par trois méthodes différentes.

La première consiste à faire en petit une opération de teinture ; la seconde, à isoler la matière colorante afin de la peser ; la troisième, à déterminer le pouvoir colorant à l'aide d'un appareil nommé *colorimètre*.

Première méthode. — Cette méthode, due à M. Schlumberger, consiste à teindre avec un poids constant de garance une quantité donnée de tissu de coton mordancé, et à comparer ce tissu teint et avivé à une série de tissus colorés, dont la gradation de teintes correspond à des poids connus de garance. Pour former la série des couleurs qui doivent servir à évaluer plus tard la richesse d'une garance, on teint des morceaux égaux de tissu de coton mordancé, avec 1, 2, 3... 10 grammes de garance pure, ce qui donne une sorte de gamme de teinture. La gamme obtenue, on prend 10 grammes de la garance à essayer et on les emploie à teindre un morceau de tissu de la grandeur des types. Il est facile alors d'apprécier la richesse de la garance, par l'éclat plus ou moins grand de la teinte que présente le tissu, et par le rapport qu'elle offre avec les couleurs types.

Deuxième méthode. — *Premier procédé.* — La garance est épuisée à chaud par de l'alcool à 36°, contenant, par litre, 12 grammes d'acide chlorhydrique concentré. La liqueur provenant de ce traitement est évaporée à siccité. Le résidu qu'elle laisse est placé sur un filtre, et lavé à l'eau distillée jusqu'à ce que celle-ci commence à se colorer en rose. Le nouveau résidu est épuisé par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que ce dissolvant cesse de se colorer. La solution alcoolique, évaporée au bain-marie, laisse pour résidu la matière colorante pure.

(M. Dandrillon.)

Deuxième procédé. — On fait bouillir avec la poudre de garance du vinaigre distillé. La matière colorante se dissout dans l'acide, et s'en sépare par le refroidissement. Elle est alors recueillie sur un filtre, lavée et pesée.

D'après M. Schlumberger, ce procédé ne donne qu'un résultat approximatif, parce qu'une certaine quantité de la matière colorante est retenue par les substances gommeuses et sucrées contenues dans la garance. Ce chimiste modifie le procédé de la manière suivante :

La racine soumise à l'essai est placée pendant douze heures dans de l'eau froide renfermant indifféremment de l'acide acétique, du chlorure de sodium, du sulfate de soude, ou même un mélange de ces deux sels. L'acide acétique et les divers sels précédemment nommés dissolvent les matières sucrées et gommeuses, sans agir sur la matière colorante, qui peut alors être dosée sans perte.

M. Schlumberger arrive encore au même résultat en faisant fermenter la garance. Pour cela, il expose pendant vingt-quatre heures, à la température de 25°, un flacon contenant 10 grammes de garance, de la levûre de bière et un demi-litre d'eau. La fermentation ne tarde pas à s'établir et à marcher avec rapidité. Lorsqu'elle s'arrête, on vide le flacon sur un filtre de toile et on lave le dépôt avec de l'acide acétique très-étendu. Le résidu du lavage est traité à chaud, pendant cinquante minutes, par 5 décilitres d'acide acétique à 1°,5. Au bout de ce temps,

la liqueur est versée sur un filtre, le dépôt est traité de nouveau par l'acide acétique, et cette dernière liqueur, encore chaude, est réunie à la première. La dissolution acide se trouble par le refroidissement et commence à déposer des flocons orangés de matière colorante. La précipitation de cette matière n'est complète que si l'on sature la liqueur par le carbonate de soudé. On jette alors le précipité sur un filtre, où, après l'avoir lavé avec de l'eau, on le soumet à la dessiccation et on le pèse.

M. Persoz a fait quelques expériences qui l'ont conduit à admettre que le procédé modifié de M. Schlumberger était encore inexact.

Troisième méthode. — *Essai au colorimètre.* — Le colorimètre est un instrument fort ingénieux, fondé sur le principe suivant. Lorsque deux substances tinctoriales de même espèce sont dissoutes à poids égaux dans les mêmes volumes d'eau ou de tout autre liquide, elles donnent des liqueurs colorées, dont la nuance est proportionnelle à la quantité de matière colorante que chacune d'elles renferme.

Le colorimètre se compose de deux tubes de verre de 14 à 15 millimètres de diamètre, et de 30 à 35 centimètres de longueur, parfaitement égaux et ayant la même épaisseur. Ces deux tubes sont bouchés à l'une de leurs extrémités, et divisés, à partir de cette extrémité, dans les cinq sixièmes de leur longueur, en deux parties d'égale capacité; la partie supérieure porte une échelle ascendante divisée en 100 parties. Ces deux tubes se fixent dans une boîte, sur le couvercle de laquelle sont deux ouvertures destinées à laisser passer les tubes, qui doivent être placés près d'une des parois latérales; celle-ci est munie de deux ouvertures carrées de même largeur que le diamètre des tubes, et placées en regard de la moitié inférieure de ceux-ci.

Pour se servir du colorimètre, on dissout des poids égaux de chaque substance tinctoriale dans une même quantité d'eau ou d'un autre liquide. Les deux tubes sont remplis à moitié de cette dissolution, et fixés dans la boîte; plaçant alors celle-ci de façon que la lumière, passant par les ouvertures carrées, vienne éclairer les dissolutions colorées, on regarde par une ouverture annulaire placée en face des précédentes, et l'on compare les intensités des nuances de chacune des liqueurs. Si la teinte est la même dans les deux tubes, les matières colorantes sont également riches. Si, au contraire, l'une d'elles est plus foncée que l'autre, on l'étend d'eau jusqu'à ce que la teinte soit exactement la même dans les deux tubes. A ce moment, on lit sur le tube dans lequel on a ajouté l'eau le nombre de parties de liquide qu'il contient. Le rapport en volume des deux dissolutions est le même que le rapport des quantités de matière colorante contenues dans la liqueur. Si, par exemple, les deux tubes renfermant d'abord 100 parties de liqueur colorée, on a ajouté dans celui qui contenait la garance type 25 parties d'eau, le rapport 100 : 125 représente la richesse tinctoriale de la garance soumise à l'essai.

L'essai au colorimètre est donc extrêmement simple, mais il exige chez l'opérateur une certaine habitude de ce genre d'expérimentation.

Il faut en outre que les substances tinctoriales soient d'une grande pureté et de même origine, car deux matières colorantes peuvent être inégalement riches et fournir cependant des liqueurs ayant même coloration. Ainsi, par exemple, une garance d'Avignon diffère d'une garance d'Alsace parce qu'elle a été traitée par les acides, et cependant le colorimètre n'indique pas de différence entre ces deux substances tinctoriales. (M. Houton-Labillardière.)

D'après le principe sur lequel est fondé le colorimètre, on voit que cet instrument peut servir à évaluer la richesse d'une matière tinctoriale quelconque.

MATIÈRES COLORANTES DE LA COCHENILLE. — CARMINE.

La cochenille est un insecte du genre des hémiptères, de la famille des gallinsectes, qui vit sur différentes espèces de cactus. Lorsqu'il est arrivé à son complet développement, on l'étouffe dans l'eau bouillante, pour le faire ensuite sécher. La cochenille exhale une odeur particulière due à la présence d'un acide gras (*acide coccinique*) qu'elle renferme.

En traitant la cochenille par de l'éther, qui enlève le corps gras, et en reprenant le résidu par l'alcool, MM. Pelletier et Caventou ont obtenu un principe colorant qu'ils ont appelé *carmine*.

Ces chimistes y ont en même temps rencontré les substances suivantes : coccine, stéarine et oléine, acide coccinique, phosphates de chaux et de potasse, carbonate de chaux, chlorure de potassium, sel organique à base de potasse.

La carmine est cristallisable, d'un rouge pourpre ; elle entre en fusion à 50° ; elle est soluble dans l'eau, dans l'alcool, insoluble dans l'éther ; elle se colore en rouge vif par les acides, et en violet cramoisi par les alcalis. Le chlore ne la précipite pas, mais il la jaunit en la décomposant.

Lorsqu'on traite une dissolution de cochenille par du bitartrate de potasse, de l'alun ou du bioxalate de potasse, les matières grasses et albumineuses se coagulent en entraînant la matière colorante : c'est à ce précipité qu'on donne le nom de *carmin*. Voici le procédé suivi ordinairement pour cette préparation. On fait bouillir dans une chaudière d'étain 30 litres d'eau avec 620 grammes de cochenille pulvérisée. Quelques minutes après, on ajoute 65 grammes d'alun ; on retire du feu, puis on filtre. Le carmin se dépose au bout de quelques jours. En versant dans une dissolution de cochenille, de l'alun et un carbonate alcalin, on obtient une combinaison d'alumine et de matière colorante qui porte le nom de *laque carminée*.

La carmine vire par la plupart des acides du rouge vif au rouge jaunâtre et même au jaune, mais reprend sa couleur primitive par la satu-

ration exacte au moyen d'une base. De leur côté, les alcalis la font passer au violet cramoisi.

L'acide sulfureux décolore sa solution, mais la coloration reparaît par l'exposition à l'air.

Les différents sels produisent dans la dissolution de carmine des colorations ou des précipités tout à fait caractéristiques, en général rouges ou violets.

L'ammoniaque exerce à la longue sur la cochenille une action spéciale; elle modifie la carmine en lui faisant acquérir des propriétés physiques et chimiques nouvelles. Cette observation a conduit à la préparation du produit commercial désigné sous le nom de *cochenille ammoniacale*, que l'on obtient de la manière suivante. On fait macérer pendant un mois 10 kilogrammes de cochenille pulvérisée avec 30 litres d'ammoniaque liquide. Le mélange est ensuite chauffé dans une chaudière étamée, avec 4 kilogrammes d'hydrate d'alumine. On effectue l'évaporation à une douce chaleur. La matière suffisamment concentrée est étendue sur une toile, coupée en tablettes et séchée.

D'après les recherches de M. Warren de la Rue, la matière colorante de la cochenille est un acide auquel il a donné le nom d'*acide carminique*. Pour l'obtenir, il épuise la cochenille par de l'eau bouillante : l'extrait est précipité par du sous-acétate de plomb légèrement acidulé, qu'on évite d'employer en excès; on lave le précipité à l'eau distillée jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublent plus une dissolution de bichlorure de mercure, et on le décompose par l'hydrogène sulfuré; on évapore ensuite la liqueur, on la concentre jusqu'à consistance de sirop et on la dessèche au bain-marie : on obtient ainsi un produit d'un pourpre foncé et d'une odeur de sucre brûlé. Ce produit est traité par de l'alcool qui en extrait l'acide carminique.

Cet acide forme une masse pourpre, fusible, soluble en toutes proportions dans l'eau et dans l'alcool. Les acides sulfurique et chlorhydrique le dissolvent sans décomposition. L'acide carminique est très-hygroscopique; sa dissolution est précipitée en rouge ou en violet par les oxydes alcalino-terreux, les acétates de plomb, de zinc, de cuivre et d'argent.

M. Warren de la Rue attribue à l'acide carminique la formule $C^{28}H^{14}O^{16}$. M. Schützenberger admet pour cet acide la formule $C^{18}H^{8}O^{10}$, et considère la matière colorante de la cochenille ammoniacale comme l'amide de l'acide carminique, dont la composition est alors $C^{18}H^{9}AzO^{8}$.

M. Schützenberger admet en outre dans la cochenille l'existence d'un acide plus oxygéné que l'acide carminique, l'*acide oxycarminique*, auquel il assigne la formule $C^{18}H^{8}O^{14}$.

Le chlore et le brôme réagissent sur l'acide carminique; le composé bromé est jaune et soluble dans l'alcool. L'acide carminique, traité par l'acide azotique, donne un acide isomère de l'acide anisique

trinitré, et que l'on a appelé *acide nitrococcusique*. Cet acide se représente par la formule $C^{16}H^{5}(AzO^{4})^{3}O^{6}$. (M. Warren de la Rue.)

L'acide nitrococcusique cristallise en tables rhomboïdales, d'une couleur jaune, solubles dans l'eau froide, plus solubles encore à chaud, solubles dans l'alcool et dans l'éther. Tous les nitrococcusates sont solubles dans l'eau.

L'eau mère provenant de la préparation de l'acide carminique contient une matière cristalline, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, soluble dans l'ammoniaque, et qui est identique avec la *tyrosine*, que l'on obtient en traitant la caséine par la potasse.

(M. Warren de la Rue.)

KERMÈS, LAC-DYE.

La matière colorante de la cochenille se rencontre également dans le kermès, insecte qui vit sur le chêne vert, et dans une résine, dont le principe tinctorial est vendu sous le nom de *laque-lac* ou *lac-dye*. Cette résine doit sa couleur peu uniforme à la matière colorante d'un insecte qui a beaucoup d'analogie avec la cochenille, et qui vit sur différentes plantes, notamment sur certaines variétés de *Mimosa* et de *Rhamnus*.

Le kermès s'emploie absolument comme la cochenille.

Quant à la lac-dye, on l'obtient en traitant la résine par des solutions alcalines étendues, et en précipitant ensuite la liqueur par l'alun.

La lac-dye mise en macération avec de l'acide sulfurique concentré donne lieu à la *lac-dye préparée* du commerce.

MATIÈRES COLORANTES DU BOIS DE BRÉSIL.

Le bois des arbres du genre *Cæsalpinia*, connu dans le commerce sous le nom de *bois de Brésil*, renferme une matière colorante rouge qui a reçu le nom de *brésiline*. Ces bois ne sont pas tous également estimés; nous les examinerons dans l'ordre où on les classe d'après leur valeur. Le *Cæsalpinia christa*, que l'on trouve à la Jamaïque et au Brésil, reçoit dans l'industrie le nom de *bois de Fernambouc*. Sa dureté est considérable; sa densité est beaucoup plus grande que celle de l'eau. Ce bois présente une teinte jaune à l'intérieur et rouge à l'extérieur. Cette dernière coloration, qui s'est formée sous l'influence de l'air, disparaît par l'action prolongée du même agent.

Le *Cæsalpinia sappan*, ou *bois du Japon*, *bois de sappan*, etc., offre beaucoup d'analogie avec le précédent.

Le *Cæsalpinia echinata* fournit les *bois de Sainte-Marthe*, *de Nicaragua* et *de Lima*.

Enfin, le *Cæsalpinia vesicaria* ou *Brésil*, que l'on considère comme inférieur à tous les autres.

La distinction qui a été établie entre ces divers bois provient surtout

de ce qu'ils contiennent des quantités plus ou moins grandes de matières astringentes, qui altèrent la teinte de la brésiline. On a proposé d'enlever ces matières en ajoutant à l'extrait coloré un certain volume de lait et en chauffant ensuite le mélange. La caséine se coagule et détermine la séparation des matières astringentes. La liqueur qui reste après ce traitement est du rouge le plus pur, et peut servir directement soit à l'impression, soit à la teinture.

Les bois de Brésil diffèrent du bois de Campêche par leur teinte claire, par le précipité rouge que leur infusion donne avec la chaux, la baryte, le protochlorure d'étain, l'acétate de plomb, etc., au lieu du précipité bleu que produit l'infusion du bois de Campêche avec les mêmes corps. Le seul caractère commun à ces deux espèces de bois est de donner une infusion qui prend une teinte jaune sous l'influence d'une petite quantité d'acides sulfurique ou chlorhydrique, et qui vire au rouge en présence d'un excès de ces acides.

Les traitements que l'on fait subir au bois de Brésil avant de l'employer en teinture sont les mêmes que ceux qui s'appliquent au bois de Campêche. La valeur du bois peut être déterminée par les procédés indiqués à l'occasion des essais de garance.

BRÉSILINE.

Cette matière colorante, découverte par M. Chevreul, existe dans les bois de Brésil, de Fernambouc, de Sainte-Marthe, de sappan, de terre ferme.

La brésiline est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ; elle cristallise en petites aiguilles de couleur orangée : les alcalis la colorent en pourpre violet ; les acides font virer cette teinte au rouge plus ou moins orangé. En présence de l'air et de l'ammoniaque, elle se colore en pourpre foncé en se transformant en *brésiléine*.

L'acide chromique oxyde la brésiline et forme avec elle un composé coloré plus stable. Elle donne naissance à des laques avec la plupart des oxydes métalliques.

Une infusion de bois de Brésil conservée au contact de l'air ne tarde pas à se recouvrir d'une pellicule irisée qui augmente par l'évaporation. D'autre part, l'expérience a montré qu'il y avait souvent avantage à employer une solution déjà ancienne, plutôt qu'une décoction récente. Il est donc probable que la matière colorante existe dans le bois à l'état coloré et aussi à l'état colorable. (M. Persoz.)

Cette substance, soumise à la distillation, donne divers produits de décomposition parmi lesquels se trouve une matière peu connue, d'un rouge pourpre. On peut conserver la brésiline dans l'eau, même au contact de l'air. Cette propriété permet, dans les ateliers de teinture, de préparer à la fois de grandes quantités de décoction de bois de Brésil. On sait que les décoctions conservées pendant longtemps possèdent un pouvoir tinctorial double de celui des décoctions récentes.

L'acide sulfhydrique décolore les solutions de brésiline, en formant avec cette substance un composé particulier.

Pour obtenir cette matière colorante, il faut épuiser par l'eau le bois de Brésil réduit en poudre, et évaporer l'extrait aqueux jusqu'à siccité, afin de chasser par volatilisation l'acide acétique libre qui s'y trouve. Le résidu étant repris par l'eau, on agite la liqueur avec de l'oxyde de plomb, pour saturer les acides fixes qu'elle renferme. L'excès d'oxyde de plomb se dépose, et la liqueur éclaircie peut être décantée dans une capsule, puis évaporée à sec. La dissolution alcoolique de ce nouveau résidu est filtrée, concentrée par évaporation, mélangée avec de l'eau et additionnée d'une solution de gélatine, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de tannin. En évaporant une dernière fois à sec, et en épuisant par l'alcool, on enlève seulement la brésiline, qui cristallise par le refroidissement. (M. Chevreul.)

MATIÈRES COLORANTES DU CARTHAME.

Il existe dans les fleurs du carthame deux matières colorantes, dont une seule, la *carthamine*, est employée en teinture. Ces fleurs sont vendues dans le commerce sous le nom de *safranum* ou de *safran bâtard*. On les cueille lorsqu'elles sont bien développées, et par un temps sec, car l'humidité les fait noircir; elles sont ensuite desséchées à l'ombre et conservées dans un endroit sec.

En Égypte, les fleurs du carthame sont comprimées entre deux pierres, après avoir été cueillies, puis lavées, et exprimées de nouveau à la main; on les fait ensuite sécher sur des nattes. (Hasselquist.)

Le principe colorant du carthame a été examiné d'abord par M. Chevreul; son étude a été reprise dans ces derniers temps par M. Schlieper.

On retire des fleurs du *Carthamus tinctorius* deux substances colorées, l'une jaune, soluble dans l'eau et sans utilité pour la teinture; l'autre rouge, soluble dans les alcalis, précipitable de ses dissolutions alcalines par les acides: c'est la carthamine.

La carthamine produit sur les étoffes des teintes roses de la plus grande fraîcheur. Pour l'appliquer, on commence par enlever avec l'eau la matière colorante jaune contenue dans le carthame, on dissout ensuite la carthamine dans un carbonate alcalin, et on la précipite sur l'étoffe par un acide. Cette matière colorante est malheureusement très-altérable à la lumière.

La matière jaune du carthame est acide; sa saveur est amère; elle jouit d'une grande puissance tinctoriale; elle se combine facilement avec l'oxygène et se transforme en un corps brun. M. Schlieper n'a pu examiner qu'une combinaison de cette substance avec l'oxyde de plomb, qui a pour formule $(PbO)^3,C^{16}H^{10}O^{10}$.

Pour préparer la carthamine, on traite par une dissolution de carbonate de soude le carthame débarrassé par des lavages à l'eau de s

tière jaune ; le liquide est ensuite saturé par de l'acide acétique, puis on y plonge du coton sur lequel la carthamine se précipite. On enlève au bout de vingt-quatre heures le coton, et on le traite par une dissolution de carbonate de soude, qui dissout de nouveau la matière colorante ; en ajoutant ensuite dans la liqueur de l'acide citrique, la carthamine se précipite en flocons rouges : ces flocons sont traités par l'alcool qui les dissout ; la liqueur évaporée dans le vide donne de la carthamine.

La carthamine présente l'aspect d'une poudre d'un rouge foncé avec un chatoiement verdâtre ; sa dissolution alcoolique est d'une belle couleur rose ou orangée, suivant la température ; elle est très-soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther. Elle absorbe facilement l'oxygène, et produit les corps suivants :

$$C^{14}H^{4}O^{9},$$
$$C^{14}H^{2}O^{10}.$$

(M. Schlieper.)

Les dissolutions alcalines dissolvent facilement la carthamine ; ces liqueurs absorbent l'oxygène.

MATIÈRE COLORANTE DU QUERCITRON.

QUERCITRINE. $C^{16}H^{7}O^{9},HO$.

Ce corps, découvert par M. Chevreul, a été étudié récemment par M. Bolley.

Propriétés. — La quercitrine est cristalline, jaune, amère, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool. Les alcalis la font passer au vert, puis au jaune orangé. Elle est précipitée en jaune par l'acétate de plomb, le protochlorure d'étain, l'acétate de cuivre. Elle est précipitée peu à peu par l'eau de baryte, se dissout dans l'acide sulfurique concentré, et passe au rouge orangé sous l'influence de l'acide nitrique.

Le perchlorure de fer colore en vert foncé les dissolutions de quercitrine.

La quercitrine, chauffée dans une cornue, laisse dégager des vapeurs qui se condensent sous forme d'aiguilles jaunes, et laisse un résidu de charbon. Quand on la distille avec un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, elle produit de l'acide formique.

Les acides affaiblis convertissent la quercitrine en glucose et en une substance jaune, la *quercétine*, découverte par M. Rigaud.

La quercétine est cristallisable, inodore, insipide, inaltérable au contact de l'air, fusible ; soluble dans l'eau, plus soluble dans l'ammoniaque, l'acide acétique, et très-soluble dans l'alcool. Elle prend une teinte verte au contact du perchlorure de fer ; on la produit en faisant bouillir

pendant quelque temps de la quercitrine avec de l'acide sulfurique étendu. (M. Rigaud.)

Sous l'influence de la potasse concentrée, la quercétine se décompose à son tour en une substance analogue à l'acide gallique, l'*acide quercétique*, et en phloroglucine $C^{12}H^{6}O^{6}$, espèce de sucre découverte dans les dérivés de la phloorétine. (M. Hlasiwetz.)

Chauffé avec du chlorure d'acétyle au bain-marie et dans des tubes scellés, l'acide quercétique se transforme rapidement en *acide diacétyloquercétique*. (M. Pfaundler.)

L'acide quercétique est facilement soluble dans l'eau chaude, l'alcool et l'éther. Il cristallise en belles aiguilles d'un éclat soyeux. Sa solution réduit l'azotate d'argent et colore le perchlorure de fer en bleu foncé. Sous l'influence d'un excès d'alcali, elle prend à l'air une magnifique couleur pourpre. L'acide quercétique peut se combiner avec l'urée. (M. Hlasiwetz.)

Extraction. — On obtient la quercitrine en traitant l'écorce pulvérisée du *Quercus nigra* par l'alcool; précipitant le tannin par la gélatine ou par la chaux; la liqueur est évaporée et le résidu repris par l'alcool.

La quercitrine ne se rencontre pas seulement dans l'écorce du quercitron; on l'a retirée également des bourgeons floraux du *Capparis spinosa* et de ceux du *Sophora japonica*. Elle constituerait, suivant M. Hlasiwetz, la matière colorante jaune que M. Fremy a isolée des marrons d'Inde. Les feuilles et les fleurs du *marronnier d'Inde* en contiendraient aussi en plus ou moins grande proportion.

LUTÉOLINE.

Propriétés. — La lutéoline, que M. Chevreul a retirée le premier de la gaude (*Reseda luteola*), est volatile, et donne par la sublimation de belles aiguilles jaunes, peu solubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et dans l'éther. Sous l'influence des alcalis, elle absorbe peu à peu l'oxygène de l'air et devient brune; elle n'est pas altérée par les acides même concentrés. La lutéoline produit en teinture des couleurs jaunes qui sont d'une grande stabilité. Sa solution aqueuse est précipitée par les acides.

Préparation. — Pour obtenir la lutéoline à l'état de pureté, on épuise la gaude par l'alcool, on précipite la solution par l'eau et l'on chauffe le précipité avec de l'eau à 250° dans un tube scellé. L'opération terminée, on trouve que les parois du tube sont tapissées d'aiguilles jaunes, tandis qu'il s'est séparé une masse résineuse. L'analyse de la lutéoline cristallisée a conduit à la formule $C^{24}H^{10}O^{12},HO$. La lutéoline traitée par l'acide phosphorique anhydre donne une matière rouge soluble en violet dans l'ammoniaque.

(MM. Schutzenberger et Paraf.)

FUSTET OU FUSTEL.

Les parties ligneuses du *Rhus cotinus*, arbrisseau de la famille des térébinthacées, cultivé en Provence, renferment une substance cristallisable de couleur jaune, nommée *fustet*, et qui rend de grands services aux industries de la teinture et de l'impression.

La *fustine*, qui est la matière colorante du fustet, est d'un jaune orangé ; elle se dissout dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les dissolutions de fustine se colorent en rouge sous l'influence des alcalis ou des terres alcalines ; elles prennent une teinte d'un vert-olive en présence du sulfate ferreux, et précipitent en jaune les acétates de plomb et de cuivre.

On obtient la fustine pure en ajoutant une petite quantité de gélatine à une décoction de fustet. Le tannin se précipite, tandis que la matière colorante reste dissoute. La liqueur, évaporée à sec, laisse un résidu d'un jaune verdâtre qui est repris par l'éther, puis séparé de ce dissolvant par la distillation. On le traite alors par de l'eau tenant en suspension de l'oxyde de plomb ; il se forme une laque qui, décomposée par l'hydrogène sulfuré, donne la fustine pure.

GRAINES DE PERSE ET D'AVIGNON.

On désigne sous ces noms les graines de diverses espèces du genre *Rhamnus* cultivées en Orient et dans le midi de la France.

M. R. Kane a extrait de la graine de Perse, au moyen de l'éther, une matière colorante jaune qu'il a nommée *chrysorhamnine*, et qui a pour formule $C^{23}H^{11}O^{11}$. Cette substance cristallise dans l'éther en belles aiguilles d'un jaune d'or. Elle est soluble dans l'alcool, très-peu soluble dans l'eau ; sa solution possède une saveur extrêmement amère ; en présence des alcalis, elle prend une teinte jaune orangé. Elle n'est point précipitée par l'acétate de plomb, et ne vire pas sensiblement par les acides. Lorsqu'on fait bouillir la chrysorhamnine avec de l'eau, elle s'hydrate en s'oxydant, et produit un nouveau corps, la *xanthorhamnine*, qui a pour formule $C^{23}H^{12}O^{14}$.

GENTIANINE. $C^{14}H^{5}O^{5}$.

La racine de gentiane renferme une matière colorante jaune, la *gentianine*.

L'acide sulfurique concentré dissout la gentianine en prenant une teinte jaune. L'acide chlorhydrique, l'acide acétique et l'acide sulfureux ne lui font subir aucune altération. La gentianine se combine avec l'acide azotique, et produit un corps vert qui a pour formule $C^{14}H^{5}O^{5},AzO^{5}$.

La gentianine se comporte comme un acide faible, et forme avec les bases les composés suivants :

$NaO,(C^{14}H^{5}O^{5})^{3}$.
$NaO,(C^{14}H^{5}O^{5})^{2},8HO$.
$NaO,(C^{14}H^{5}O^{5})^{6}$.
$(KO)^{2},C^{14}H^{5}O^{5})^{5},16HO$.
$KO,(C^{14}H^{5}O^{5})^{2},5HO$.
$BaO,C^{14}H^{5}O^{5}$.

(M. Baumert.)

Pour obtenir la gentianine, il faut épuiser par l'eau froide la racine de gentiane réduite en poudre, sécher ensuite le résidu, et le traiter par l'alcool concentré. L'extrait alcoolique, évaporé à consistance sirupeuse, donne une masse amorphe de laquelle l'eau sépare des flocons bruns de gentianine impure.

On purifie cette substance en la lavant avec de l'éther et en la faisant cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool.

RACINE DE CURCUMA.

Il existe dans le commerce deux variétés de curcuma : le *curcuma rond* (*C. rotunda*), le *curcuma long* (*C. longa*).

Le curcuma rond offre l'aspect de tubercules ovoïdes ou piriformes, d'un jaune sale à l'extérieur, et d'un jaune verdâtre à l'intérieur.

Le curcuma long se présente en tubercules cylindriques, gris ou verdâtres à l'extérieur, et d'un rouge brun à l'intérieur. Son odeur et sa saveur sont aromatiques. Il contient :

Une huile volatile, du ligneux, de la fécule amylacée, une matière colorante brune analogue à celle de beaucoup d'extraits, de la gomme, des sels inorganiques, parmi lesquels se trouve le chlorure de calcium, et une matière colorante jaune. (Vogel et Pelletier.)

La substance résineuse jaune que contient la racine de curcuma a été nommée *curcumine*. On obtient la curcumine en traitant cette racine par l'alcool et en reprenant l'extrait alcoolique par l'éther. M. Lepage traite à deux reprises le curcuma en poudre par le sulfure de carbone, il l'épuise ensuite par une eau alcaline et précipite la solution par un acide. La curcumine ainsi obtenue est séchée, puis dissoute dans l'éther.

La curcumine est résineuse, plus lourde que l'eau, presque insoluble dans ce liquide, soluble dans les acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique et acétique; elle fond à 40°, et se décompose complétement par la distillation.

Les alcalis la colorent en rouge brun. Les acides font reparaître la couleur jaune : cette propriété fait employer le curcuma dans les laboratoires pour constater dans une liqueur la présence d'un alcali ou d'un acide. La glycérine est un bon dissolvant de la curcumine.

La curcumine est la seule matière colorante jaune qui se fixe sur les tissus sans le concours des mordants : cette propriété permet de reconnaître si la racine de curcuma, que l'on vend parfois en poudre dans le commerce, a été mélangée frauduleusement avec quelque autre substance. Il suffit de plonger un tissu de soie dans un bain colorant préparé avec une petite quantité du curcuma à essayer : la curcumine se fixe sur l'étoffe, tandis que les matières étrangères restent dans la liqueur. (M. Persoz.)

GARDENIA.

Les teinturiers en soie utilisent depuis quelques années les fruits de plusieurs espèces de *Gardenia* (plante de la famille des rubiacées). Ces fruits, qui nous arrivent de Chine et qui sont renommés dans ce pays pour les belles nuances jaunes qu'ils fournissent, sont, suivant l'espèce, ronds, ovoïdes ou allongés. Ils sont formés d'une capsule mince et cassante, plus ou moins brune, qui enveloppe des graines d'un brun rougeâtre, dures, aplaties, et jusqu'à un certain point soudées entre elles.

D'après les travaux des chimistes allemands, ces fruits renferment : 1° Une grande quantité d'une matière semblable à la pectine; 2° une substance acide qui se décompose quand on la chauffe avec de l'acide chlorhydrique, en donnant naissance à une poudre verte insoluble dans l'eau; 3° une matière astringente, se colorant en vert par les sels de fer; 4° une substance colorante jaune qui a quelque rapport avec l'alizarine. Le docteur Martius y a trouvé en outre de la mannite.

Suivant M. Persoz, elle contient une substance cireuse particulière. Pour extraire la matière colorante, on épuise les graines par le sulfure de carbone, qui enlève la totalité du corps cireux, sans se charger d'une quantité sensible du principe colorant. On les traite ensuite à plusieurs reprises par l'esprit de bois rectifié, qui dissout la matière colorante. La solution, distillée au bain-marie, laisse un résidu jaune rougeâtre, d'apparence cristalline, qui colore l'eau à la manière de l'acide picrique.

La matière colorante est soluble dans l'eau, l'alcool, l'esprit de bois; elle forme des laques avec plusieurs oxydes métalliques, teint la soie sans mordant en un jaune pur, brillant à la lumière artificielle, inaltérable par les alcalis et par les acides faibles. (M. Persoz.)

M. Rochleder appelle *crocine* la matière colorante qu'il a extraite du *Gardenia grandiflora*, parce qu'elle a la même composition que celle du *Crocus*.

GRAINE DE CHINE.

On désigne sous ce nom une graine qui par sa forme rappelle assez l'anis. La matière colorante qu'elle renferme, extraite par l'alcool, est très-pâle et n'acquiert de l'intensité que sous l'influence de certaines substances salines, telles que l'alun et la *composition d'étain*. Elle donne un jaune très-pur, brillant à la lumière. Cette matière, dont l'emploi est très-avantageux en teinture, a été jusqu'à présent peu étudiée.

JAUNE INDIEN.

Il arrive en Europe depuis quelques années, de la Chine et des Indes, une substance colorante jaune, connue sous le nom de *purrhée* ou de

jaune indien. Cette substance a été examinée principalement par MM. Erdmann et Stenhouse. Elle est soluble dans l'eau et dans l'alcool; les alcalis la dissolvent également en la colorant en jaune. Lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique dans de l'eau qui tient en suspension du jaune indien, on obtient un précipité cristallin formé par un nouvel acide qui a été nommé *acide euxanthique*. L'acide euxanthique représente à lui seul la moitié du poids environ du jaune indien et s'y trouve combiné avec la magnésie.

ACIDE EUXANTHIQUE.

L'acide euxanthique a pour formule $C^{40}H^{16}O^{21}$ (Erdmann), ou $C^{42}H^{18}O^{22}$ (Laurent). Cet acide est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

L'acide euxanthique qui a cristallisé dans une dissolution alcoolique contient de l'eau de combinaison qu'il perd à 130°. L'acide qui cristallise dans la liqueur, après avoir été précipité de sa combinaison ammoniacale par l'acide chlorhydrique, contient 11 pour 100 d'eau.

L'acide euxanthique cristallise en longues aiguilles soyeuses de couleur jaunâtre. Sa saveur est d'abord douce, puis amère; il se colore en jaune foncé sous l'influence des alcalis. Soumis à la distillation, il donne naissance à un produit qui n'est plus acide, que l'on a nommé *euxanthone*, et qui a pour formule $C^{40}H^{12}O^{12}$.

L'acide euxanthique, soumis à l'action du chlore, du brôme, de l'acide azotique, produit les composés suivants, qui dérivent de l'acide euxanthique par substitution :

$$C^{42}H^{16}Cl^{2}O^{22}.$$
$$C^{42}H^{16}Br^{2}O^{22}.$$
$$C^{42}H^{17}(AzO^{4})O^{22}.$$

L'acide euxanthique, traité par l'acide sulfurique concentré, donne de l'euxanthone, et un acide double nommé *acide hematkionique*, qui a pour formule $C^{14}H^{7}O^{12},SO^{3}$.

L'acide euxanthique forme avec les alcalis des sels jaunes, solubles, qui ne cristallisent que très-difficilement, même dans des dissolutions concentrées. On connaît des *euxanthates* de manganèse, de zinc, de nickel, de fer, de cuivre, de mercure et d'argent.

DÉRIVÉS DE L'ACIDE EUXANTHIQUE.

Acide chloreuxanthique. $C^{42}H^{16}Cl^{2}O^{22}$. — L'acide chloreuxanthique s'obtient par l'action d'un courant de chlore sur l'acide euxanthique mis en suspension dans l'eau. Il cristallise en paillettes d'un jaune d'or, brillantes, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool bouillant et peu solubles dans l'alcool froid. Il produit avec les bases des sels jaunes qui affectent le plus souvent l'état gélatineux.

Acide bromeuxanthique. $C^{42}H^{16}Br^{2}O^{22}$. — Cet acide s'obtient par l'ac-

tion du brôme sur l'acide euxanthique en présence de l'eau. Il est soluble dans l'alcool bouillant, qui le laisse déposer, par le refroidissement, en aiguilles microscopiques d'un jaune d'or. La liqueur abandonne en outre de l'acide bromeuxanthique amorphe. La modification amorphe est beaucoup plus soluble dans l'alcool que la modification cristallisable.

L'acide bromeuxanthique forme avec les bases des combinaisons gélatineuses, comme l'acide chloreuxanthique ; toutefois les sels de potasse et d'ammoniaque affectent à la longue la forme de cristaux aciculaires déliés.

Acide nitreuxanthique. $C^{42}H^{17}(AzO^4)O^{22}$. — L'acide nitreuxanthique s'obtient en traitant à froid l'acide euxanthique par l'acide azotique. Cet acide est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool froid ; mais il se dissout dans l'alcool bouillant. Il cristallise en lamelles d'un jaune-paille.

Les nitreuxanthates ont une grande tendance à affecter la forme gélatineuse. Quand on les chauffe, ils déflagrent avec une espèce d'explosion.

Acide kokkinique. — L'action de l'acide azotique à chaud sur l'acide euxanthique donne un nouvel acide, l'*acide kokkinique*, qui cristallise en grains jaunes qui deviennent très-électriques par le frottement : il produit avec les alcalis des sels rouges écarlates.

Quand on prolonge l'action de l'acide azotique sur l'acide euxanthique, on obtient de l'acide oxypicrique.

Acide oxypicrique. $C^{12}H^3(AzO^4)^3O^4$. — Cet acide, découvert par M. Erdmann parmi les produits de l'action de l'acide azotique sur l'acide euxanthique et l'euxanthone, a été obtenu aussi par MM. Bœttger et Will en traitant plusieurs gommes par l'acide azotique. MM. Bœttger et Will lui avaient donné le nom d'*acide styphnique*.

L'acide oxypicrique est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'éther et dans l'alcool, d'une saveur astringente ; il se dissout sans altération dans l'acide azotique et l'acide chlorhydrique bouillants. L'eau régale le décompose.

Les oxypicrates détonent par la chaleur.

Euxanthone. $C^{40}H^{12}O^{12}$. — L'euxanthone s'obtient par la distillation de l'acide euxanthique et par l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique sur le même acide.

Ce corps est neutre et se volatilise sans altération. Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther, très-soluble dans l'alcool bouillant. On obtient la *chloreuxanthone* et la *bromeuxanthone* par l'action de l'acide sulfurique concentré sur l'acide chloreuxanthique et sur l'acide bromeuxanthique.

Acide porphyrique. — Acide oxyporphyrique. — L'action de l'acide azotique sur l'euxanthone donne trois acides différents, l'*acide porphyrique*, l'*acide oxyporphyrique*, et l'*acide oxypicrique*.

L'acide porphyrique est peu soluble dans l'eau pure et dans l'alcool froid ; il se dissout dans l'alcool bouillant. Il produit avec les bases des sels rouges.

L'acide oxyporphyrique se forme en traitant l'euxanthone par l'acide azotique bouillant, tandis que l'acide porphyrique se produit par la même réaction à froid. Les oxyporphyrates sont d'une couleur rouge foncé.

Acide hamathionique. $C^{14}H^{7}O^{12},SO^{3}$. — L'acide hamathionique se produit en même temps que l'euxanthone par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide euxanthique. Il se réduit par l'évaporation en un sirop incristallisable ; une ébullition prolongée avec l'eau le décompose.

(M. Erdmann.)

MATIÈRE COLORANTE DE L'ORCANETTE.

ANCHUSINE. $C^{35}H^{20}O^{8}$?.

L'orcanette est la racine de l'*Anchusa tinctoria*. Son écorce contient une matière colorante d'un rouge noir, qui fond à 60°, et dégage ensuite de belles vapeurs violettes.

L'*anchusine* est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'acide acétique. Les alcalis et les terres alcalines la dissolvent en la colorant en bleu ; l'acétate neutre et le sous-acétate de plomb, le protochlorure d'étain, les sels de fer et d'alumine, la précipitent à l'état de laques d'un violet plus ou moins bleu. Quand on fait bouillir une dissolution alcoolique d'anchusine, elle se décompose en acide carbonique et en un corps vert floconneux qui a pour formule $C^{34}H^{22}O^{8}$.

On obtient l'anchusine en épuisant l'orcanette par l'eau, séchant le résidu, le traitant ensuite par l'alcool aiguisé de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, évaporant l'extrait alcoolique à consistance sirupeuse et l'agitant avec de l'éther qui dissout l'anchusine.

Pour préparer l'anchusine, M. Lepage épuise par le sulfure de carbone l'orcanette réduite en poudre, distille les liqueurs réunies, puis traite le résidu par de l'eau contenant 2 pour 100 de soude caustique. La matière colorante se dissout ; on la précipite par l'acide chlorhydrique. Le précipité ne se forme pas en moins de vingt-quatre heures.

(Pelletier.)

MATIÈRE COLORANTE DU BOIS DE SANTAL.

Le bois de santal rouge provient du *Pterocarpus santalinus*. Il est en morceaux volumineux ; on le distingue du bois de Brésil en ce que sa

poudre ne colore presque pas l'eau bouillante. L'alcool en extrait une matière rouge résinoïde, d'une composition assez complexe et que l'on désigne sous le nom de *santaline*. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. Ses solutions sont rouges si la proportion de santaline est forte : cette substance colore les lessives alcalines en rouge violacé ; elle donne des précipités fortement colorés avec la plupart des solutions métalliques. Cette substance a été étudiée par Vogler, Pelletier et M. Preiser.

Le précipité obtenu avec les sels d'étain au minimum est pourpre ; il est violet avec les sels de peroxyde de plomb, violet foncé avec les sels de peroxyde de fer, rouge écarlate avec les sels de protoxyde de mercure, et rouge brun avec les sels d'argent.

100 parties de bois de santal cèdent à l'alcool bouillant 17 parties de santaline.

On peut extraire la santaline, suivant M. Glénard, en traitant la laque plombifère par de l'éther saturé d'acide chlorhydrique.

D'après les recherches de M. Preiser, la matière colorante enlevée par l'alcool au bois de santal n'est pas de la santaline pure, et pour obtenir cette substance à l'état de pureté, il faut agiter l'extrait éthéré du santal avec de l'oxyde de plomb, placer dans de nouvel éther la laque qui se produit, et faire passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur : il se précipite du sulfure de plomb, tandis que la santaline reste dissoute dans l'éther, qui l'abandonne par l'évaporation en cristaux incolores.

BOIS DE CUBA, OU BOIS JAUNE.

Le bois jaune est une des matières tinctoriales le plus employées ; il provient d'un mûrier particulier, le *Morus tinctoria*, qui se rencontre au Brésil et dans les Antilles.

Ce bois renferme souvent des cristaux jaunes ou couleur de chair, dont la dissolution est employée en teinture pour obtenir de belles teintes jaunes.

Le principe colorant du *Morus tinctoria* a été étudié par M. Chevreul, qui l'a nommé *morin*. Ce chimiste, l'ayant obtenu sous trois modifications différentes, a désigné chacune de ces modifications sous les noms suivants :

Morin blanc ou incolore,
Morin jaune,
Morin rouge.

D'après M. Wagner, la matière cristalline du bois jaune se compose de deux acides différents, l'*acide morique* et l'*acide morintannique*.

Les propriétés de l'acide morintannique ont été étudiées (tome IV, p. 384). Il nous reste encore à faire connaître l'acide morique.

ACIDE MORIQUE. $C^{36}H^{18}O^{17},3HO$.

L'*acide morique*, ou *morin blanc*, est cristallin, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Il se colore lentement en jaune au contact de l'air. Les acides faibles le dissolvent sans se colorer. L'acide azotique fumant le transforme en acide oxypicrique. L'acide sulfurique concentré le dissout en prenant une teinte jaune; la solution, soumise à l'action de la chaleur, dégage de l'acide sulfureux et de l'acide phénique.

Les alcalis et les carbonates alcalins dissolvent l'acide morique en se colorant en jaune.

Quand on verse du perchlorure de fer dans une dissolution d'acide morique, la liqueur prend une coloration brune ou d'un vert noirâtre.

La dissolution aqueuse d'acide morique réduit, à chaud et en présence de la potasse, le sulfate ou l'acétate de cuivre; il se forme un précipité de protoxyde de cuivre anhydre. L'azotate d'argent, additionné d'ammoniaque, donne de l'argent métallique, sous l'influence des dissolutions bouillantes d'acide morique.

Les *morates de chaux* et *de baryte* ont été obtenus à l'état cristallin.

Pour extraire l'acide morique du bois jaune, il faut étendre de dix fois son volume d'eau un extrait alcoolique bouillant de ce bois; il se précipite du morate de chaux, qu'on recueille sur un filtre, et qu'on dissout ensuite à chaud dans l'alcool. La solution est additionnée d'acide oxalique, filtrée à chaud pour séparer l'oxalate de chaux, et mélangée avec une certaine quantité d'eau qui précipite l'acide morique. On purifie cet acide en le dissolvant à plusieurs reprises dans l'alcool et en le précipitant ensuite par l'eau. (M. WAGNER.)

Il est possible que l'acide morique soit identique avec l'acide morintannique.

MATIÈRE COLORANTE DU *MORINDA CITRIFOLIA*. — MORINDINE.

Pour obtenir cette substance colorante, on épuise la racine par l'alcool bouillant, et l'on purifie, par des cristallisations dans l'alcool étendu, la matière qui se sépare par la concentration et le refroidissement des liqueurs.

Les cristaux de *morindine* pure sont d'un beau jaune de soufre et ont un éclat satiné. Ils sont peu solubles dans l'alcool froid, plus solubles dans l'alcool bouillant, surtout étendu, insolubles dans l'éther; ils se dissolvent dans les alcalis en les colorant en rouge orangé. La morindine donne par la chaleur des aiguilles rouges d'une nouvelle substance, nommée *morindone*, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther.

La solution ammoniacale de morindone fournit avec l'alun une belle laque rouge, et par l'eau de baryte un précipité couleur bleu de cobalt.

CACHOU.

Le cachou, qui est une des matières colorantes les plus importantes, appartient, par l'*acide cachoutannique* qu'il renferme, à la classe des astringents, et c'est à ce titre que nous l'avons déjà étudié précédemment avec tous les développements nécessaires (Voyez tome IV, p. 381).

SUC D'ALOÈS.

Le suc d'aloès, et les produits colorés qu'il peut donner lorsqu'on le traite par l'acide azotique, ont été examinés successivement par MM. Braconnot, Schunk et Boutin. M. Boutin a démontré, il y a déjà plusieurs années, que l'aloès, traité par l'acide azotique, produit un acide qui, en présence des mordants différents, donne naissance sur soie et sur laine à des couleurs remarquables par leur beauté et leur solidité.

On doit surtout à M. Robiquet fils, qui a entrepris l'étude chimique de l'aloès, la connaissance des principes contenus dans ce corps.

L'aloès contient une substance soluble dans l'eau, nommée *aloétine*, et qui a pour formule $C^{26}H^{14}O^{10}$?.

L'aloétine est incristallisable, à peine colorée en jaune, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Lorsqu'on l'expose au contact de l'air, elle absorbe l'oxygène et devient d'un rouge intense.

L'aloétine, distillée avec de la chaux, produit un liquide, l'*aloïsol* $C^8H^6O^2$, dont la densité à 15° est 0,877, et qui bout à 130°.

L'aloès, traité par le chlore, forme un corps chloré, blanc, cristallin, le *chloraloïle* $C^{13}ClO^5$.

Une dissolution alcoolique d'aloès produit un autre composé chloré qui a pour formule $C^{10}H^4ClO$.

Lorsqu'on traite l'aloès par l'acide azotique bouillant, on obtient, suivant le degré de concentration de cet acide et la durée du contact, différents acides nitrés dont les plus importants sont les acides *aloétique* et *chrysammique*. Il se produit en même temps des quantités variables d'acides picrique et oxalique.

L'*acide aloétique* ou *polychromatique*, qui se forme en premier lieu et auquel on attribue la formule $C^{14}H^2(NO^4)^2O^2 + HO$, constitue une poudre jaune orangé, cristalline, d'une saveur amère, peu soluble dans l'eau froide, aisément soluble dans l'alcool. Il se dissout dans la potasse et la soude avec une couleur rouge, et forme avec l'ammoniaque une combinaison violette amidée.

L'*acide chrysammique* $C^{14}H^2(NO^4)^2O^4 + HO$ peut être considéré comme un dérivé par oxydation de l'acide aloétique.

Il cristallise en paillettes d'un jaune brun ; il est soluble dans l'alcool et l'éther, très-peu soluble dans l'eau froide, qu'il colore en rouge pourpre intense. Il fait explosion quand on le chauffe.

L'ammoniaque le dissout en se colorant en pourpre foncé, et laisse déposer de petites aiguilles d'un vert foncé, qui contiennent une combinaison d'ammoniaque avec l'acide chrysammique.

Sous l'influence d'un mélange de sulfure de potassium et de potasse caustique, il se transforme en une substance bleue, l'*hydrochrysamide*.

L'acide chrysammique, traité par de l'acide sulfurique concentré, produit un corps cristallin, qui présente la composition de l'acide chrysammique anhydre $C^{14}H^{2}Az^{2}O^{12}$.

Les couleurs brillantes que fournit l'acide chrysammique, soit seul, soit en combinaison avec les différentes bases, l'ont fait employer dans certains cas pour la teinture.

SPIRÉINE.

La spiréine est un principe colorant, jaune et cristallisable, que MM. Lœwig et Weidmann ont trouvé dans les fleurs du *Spiræa ulmaria*.

SAFRANINE.

Le safran (*Crocus sativus*) contient une matière colorante particulière, que l'on a nommée *safranine*.

La safranine est d'un rouge écarlate, amère, très-soluble dans l'eau, dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Les acides la précipitent de sa solution dans les alcalis. Elle se colore en bleu au contact de l'acide sulfurique, et prend, sous l'influence de l'acide azotique, une teinte verte fort peu stable.

Pour obtenir la safranine, il faut agiter avec de l'alcool un extrait aqueux de safran, et soumettre ensuite l'alcool à l'évaporation.

(Henry.)

BIXINE.

La *bixine* est la matière colorante du *roucou*, pâte obtenue au Brésil avec les graines du *Bixa orellana*, et qu'on emploie pour teindre les bois, les vernis, le beurre, le fromage, la cire et la soie.

On prépare la bixine en épuisant le roucou par une dissolution étendue de carbonate de soude, et en neutralisant ensuite l'extrait alcalin par l'acide acétique. La bixine se précipite sous la forme de flocons d'un rouge orangé.

D'après M. Chevreul, le roucou contient, outre la bixine, une matière colorante jaune, l'*orelline*, qui est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.

La bixine est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther (M. Chevreul). Elle se colore en bleu indigo au contact de l'acide sulfurique concentré. Elle s'altère au contact de l'air humide et se convertit en orelline. (M. Kerndt.)

MATIÈRE COLORANTE DE LA CAROTTE. — CAROTINE.

La carotine, découverte dans la racine de carotte (*Daucus carota*) par M. Wackenroder, est cristallisable, d'un brun rougeâtre, fusible à 168°,

inflammable, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther. Le chlore en dissolution aqueuse la transforme en une matière chlorée incolore.

L'extraction de la carotine est très-simple. On exprime des carottes fraîches, et, après avoir étendu le suc de ces racines de 4 ou 5 fois son volume d'eau, on l'additionne d'une petite quantité d'acide sulfurique. Le principe colorant se précipite aussitôt à l'état amorphe.

La carotine ainsi obtenue est mélangée avec une huile particulière, de l'albumine, des substances grasses et salines. Pour la purifier, il faut la traiter à l'ébullition par une lessive concentrée de potasse, afin de coaguler l'albumine et de dissoudre le corps huileux ; laver le résidu, le chauffer avec de l'acide sulfurique affaibli, et le soumettre à un second lavage : on enlève par ces dernières opérations la totalité des matières salines. Enfin on épuise le nouveau résidu par l'alcool ordinaire, et ensuite par l'alcool anhydre, qui sépare les matières grasses.

En reprenant alors la carotine par le sulfure de carbone et en concentrant la liqueur, on détermine la cristallisation de ce principe colorant.

D'après les analyses de Zeise, la carotine devrait être considérée comme une combinaison de carbone et d'hydrogène, dans le rapport où ces éléments entrent dans l'essence de térébenthine. Un travail récent de M. Husemann a fait voir que la carotine n'est pas un carbure d'hydrogène, mais qu'elle contient une proportion très-faible d'oxygène. Sa formule serait $C^{36}H^{24}O^{2}$.

L'acide azotique fumant dissout la carotine en donnant naissance à un produit nitré insoluble dans l'eau. L'acide sulfurique concentré la dissout en la colorant en violet. L'acide sulfureux sec la fait virer, sans la détruire, au bleu indigo foncé.

M. Husemann a extrait du jus de carotte une autre substance, l'*hydrocarotine*, qui ne diffère de la carotine que par 6 équivalents d'hydrogène en plus. Elle a pour formule $C^{36}H^{30}O^{2}$.

L'hydrocarotine cristallise en lamelles flexibles, blanches, d'un vif éclat soyeux. Elle n'est point mouillée par l'eau, se dissout aisément dans l'éther, le sulfure de carbone et les huiles essentielles. Elle fond à 126°,8.

VERT DE CHINE, OU LO-KAO.

Parmi les produits que les délégués français rapportèrent de Chine, il y a quelques années, se trouvait un tissu teint en vert, dont l'aspect (jaunâtre d'un côté et bleuté de l'autre) frappa l'attention de M. Daniel Kœchlin, de Mulhouse. Cet habile fabricant n'hésita pas à conclure, après un examen attentif, que la matière colorante qui se trouvait fixée sur cet échantillon n'était point connue en France, et il demanda que des renseignements fussent recueillis sur ce genre de teinture chinoise.

Cette observation fut le point de départ de la découverte du lo-kao. Tandis que notre gouvernement faisait réunir toutes les indications susceptibles de jeter quelque lumière sur ce sujet, M. Persoz, grâce à l'entremise obligeante de M. Forbes, consul américain à Canton, réussissait à se procurer une petite quantité de la matière colorante elle-même, et pouvait établir ses propriétés essentielles et sa valeur tinctoriale.

Quelques envois plus considérables de lo-kao permirent à des industriels de Lyon d'employer ce produit avec un immense succès à la teinture des soies.

Cependant on resta longtemps dans une grande incertitude au sujet de l'origine de la matière tinctoriale, en présence surtout des renseignements contradictoires reçus de différentes sources. Nous devons au zèle intelligent du R. P. Hélot les premières données exactes que nous ayons pu recueillir. Il nous apprit que le lo-kao provenait de diverses espèces de nerpruns, qu'il se formait sous l'influence de la lumière; il nous indiqua même les procédés suivis pour sa préparation. Les personnes qui ont le plus contribué, soit par des renseignements fournis, soit par des expériences, à résoudre la question du vert de Chine, sont le R. P. Hélot, le Rév. M. Edkins, MM. Nathalis Rondot, de Montigny, Decaisne, Daniel Kœchlin, Persoz, Michel et Bleckrode.

M. Decaisne a reconnu que les plantes employées pour la préparation du lo-kao étaient le *Rhamnus utilis* et le *Rhamnus chlorophorus*. Les Chinois opèrent de la manière suivante. On passe à plusieurs reprises des toiles de coton grossières dans la décoction de nerpruns additionnée de chaux, de carbonate de soude ou d'alun; on dessèche ces toiles après chaque immersion, en les exposant à l'air et au soleil; enfin, lorsqu'elles sont surchargées de couleur, on les plonge dans de l'eau froide en les agitant vivement. L'excès de couleur se détache et reste en suspension dans les eaux de lavage. On introduit celles-ci dans une chaudière, on étend un lit de fil de coton à la surface du liquide, puis on chauffe.

Durant l'ébullition, la matière colorante qui était en suspension se dépose sur ces fils. En plongeant ces derniers dans l'eau froide et en les frottant comme on a fait précédemment avec les toiles, on arrive à détacher le lo-kao. Celui-ci est recueilli, lavé et séché sur des feuilles de papier qu'on expose à l'ombre d'abord, puis au soleil. Ainsi obtenu, le lo-kao se présente sous forme de lames minces plus ou moins voilées, d'une couleur bleu foncé, avec des reflets verts ou violacés.

Il laisse, par l'incinération, des quantités de cendres qui varient, suivant sa provenance, de 21,5 à 33 pour 100. Le lo-kao est insoluble dans les huiles essentielles, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone. En contact avec l'eau pure, il se gonfle et se délaye dans 25 ou 30 fois son poids de ce liquide, mais sans se dissoudre complétement.

Ses solutions aqueuses concentrées se conservent sans altération

étendues, elles ne tardent pas à se troubler en laissant déposer la matière colorante dans un état de pureté plus grand.

Les acides faibles ou étendus facilitent la dissolution du lo-kao. Traité par l'acide chlorhydrique, il se décompose en une substance jaune, soluble, qui vire à l'orange par les alcalis, et en une matière gris de fer foncé qui se précipite. Ce précipité saturé par l'ammoniaque ne régénère plus du vert, mais du bleu.

Les acides réducteurs, les uns à froid, les autres à chaud, modifient la solution de lo-kao, et y déterminent un précipité pourpre violacé.

Les acides oxydants altèrent également le lo-kao en le faisant passer au rouge, mais en le détruisant d'une manière définitive.

Les alcalis favorisent d'abord la dissolution du lo-kao, puis finissent par le détruire, soit par un contact prolongé, soit par l'ébullition.

Le lo-kao se dissout aisément dans l'ammoniaque, le carbonate d'ammoniaque, les acétates alcalins et le savon. Les chlorures de zinc et de magnésie font virer au bleu la couleur de sa solution aqueuse ; le chlorure stanneux, au rouge sanguin. Le lo-kao peut former des laques avec les sels d'alumine, d'étain et de chaux.

M. Michel (de Lyon) a cherché à répéter sur des nerpruns de notre pays la série d'opérations exécutées par les Chinois pour la préparation du lo-kao. Ses tentatives ont été couronnées de succès. En suivant exactement les indications données par le R. P. Hélot, il est parvenu à obtenir un véritable lo-kao, et a vérifié par des expériences décisives que cette matière colorante ne peut se former que sous l'influence de la lumière.

Guidé par les expériences de M. Michel, M. Charvin a récemment établi sur une échelle industrielle la préparation du lo-kao, en suivant la méthode que voici. On fait une décoction d'écorces de nerprun ; on y verse, après refroidissement, de l'eau de chaux limpide, puis on expose le mélange à l'action de la lumière et des agents atmosphériques. Au bout de quelques heures, le liquide est devenu vert et laisse déposer une matière verte. En ajoutant du carbonate de potasse, on précipite toute la matière colorante.

MATIÈRES COLORANTES DES VÉGÉTAUX.

Les végétaux vivants présentent des couleurs variées, parmi lesquelles domine la couleur verte. C'est, en général, celle des jeunes écorces, des feuilles et des autres organes qui s'en rapprochent le plus par leur nature, comme les calices, les carpelles et les fruits encore jeunes.

Mais les feuilles ne sont pas constamment vertes. Il y en a qui présentent d'autres teintes, soit sur toute leur surface, soit sur quelques points seulement (on les dit alors panachées, *variegata*), soit sur une

seule de leurs faces, ordinairement la face inférieure. Dans le premier cas, la jeune écorce participe ordinairement de cette coloration, comme on peut le voir dans les variétés rouges du hêtre, de la betterave, de l'arroche des jardins. L'aucuba présente des feuilles panachées de jaune; le *Caladium bicolor*, des feuilles panachées de rouge; certaines espèces de saxifrages, de cyclames, de *tradescantia*, des feuilles vertes en dessus, rouges ou brunes en dessous. Beaucoup de feuilles vertes prennent, à une certaine époque de leur existence, des teintes nouvelles : elles deviennent d'un rouge plus ou moins brillant, quelquefois foncé de brun; souvent d'un jaune plus ou moins pâle. Ces changements se reproduisent toujours dans une même espèce. C'est le plus généralement à l'automne que les feuilles perdent leur couleur verte pour prendre une autre teinte. Les feuilles des peupliers, des ormes, des bouleaux, par exemple, jaunissent; celles du sumac passent à un rouge éclatant; celles du cornouiller deviennent sanguin, et celles des viornes passent à un rouge plus terne; celles de la vigne se panachent de jaune ou de pourpre, etc. Il est à remarquer que, dans la plupart des cas, ces nouvelles couleurs de la feuille correspondent à celles que prend par la maturation le fruit de la même plante. Ainsi c'est dans les ceps à raisin blanc que la panachure est jaune; dans les ceps à raisin rouge, elle est pourprée.

La matière colorante verte des feuilles, la *chlorophylle*, et ses principes constituants, ainsi que les matières colorantes des fleurs, la *xanthine*, la *xanthéine* et la *cyanine*, ayant été étudiées précédemment, nous n'y reviendrons pas. (Voyez t. IV, p. 809 et suiv.)

MATIÈRES COLORANTES ARTIFICIELLES.

La plupart de ces matières sont encore très-peu connues au point de vue scientifique ; on ignore en général, et leur composition, et les conditions réelles de leur formation. Cependant l'importance considérable qu'elles ont acquise dès leur première apparition nous oblige à les passer en revue, au moins d'une manière rapide, afin de faire connaître leurs caractères essentiels, et surtout l'historque de leur découverte.

Peu soucieuse d'approfondir la nature des nouvelles matières tinctoriales qui lui étaient offertes, indifférente à leur étude, et préoccupée seulement des avantages que ces produits pouvaient présenter dans leur application, l'industrie a accueilli et développé ces découvertes avec le plus grand empressement, les a continuées à son tour, et, devançant en cette occasion la science, lui a laissé un nombre considérable de

problèmes à résoudre, d'études à poursuivre, de résultats à expliquer. Incapable d'achever, au fur et à mesure qu'ils se présentaient, des travaux aussi difficiles, et qui se compliquaient toujours davantage, la science, qui cherche à se rendre compte de tout, et dont la marche est lente, mais sûre, n'a encore abordé qu'un petit nombre de ces questions ; mais les résultats qu'elle a déjà fournis sont du plus haut intérêt.

Le premier produit artificiel qui ait été utilisé comme matière colorante est l'acide picrique dérivé, nitré de l'acide phénique. Des fabricants de Lyon, frappés de la richesse et de la pureté des colorations jaunes fournies par cet acide, soit seul, soit en présence des bases, eurent l'idée de l'appliquer, et ils reconnurent bientôt qu'on pouvait l'employer avec avantage pour la teinture de la soie et de la laine. C'est en 1847 qu'on introduisit pour la première fois l'acide picrique dans le commerce ; depuis cette époque, il est resté un des produits de l'industrie, et sa préparation a acquis aujourd'hui une grande importance.

En 1853, la teinture emprunta pour la seconde fois aux nombreuses substances découvertes par la science un autre corps, la murexide, qui, ainsi que nous le verrons, se prépare au moyen du guano, et donne avec certains oxydes métalliques des laques d'un violet pourpre magnifique.

La beauté et la richesse de cette couleur firent mettre de côté des considérations de prix qui auraient dû, semble-t-il, faire rejeter tout d'abord son emploi. Plusieurs fabriques furent montées en France, en Angleterre et en Allemagne, pour la production de la murexide, et cette matière jouit pendant quelque temps d'une grande vogue. Cependant on s'aperçut bientôt qu'elle ne présentait pas assez de stabilité dans les circonstances ordinaires, et peu à peu on l'abandonna presque complétement.

La murexide avait échoué ; mais, par son succès éphémère, elle devait contribuer puissamment aux progrès futurs de la fabrication des matières colorantes. Elle avait montré, en effet, que, s'il était possible de préparer à un prix, même très-élevé, une substance tinctoriale qui joignît à une solidité convenable des qualités de pureté et de richesse exceptionnelles, cette substance serait accueillie favorablement dans l'industrie.

Un areil encouragement ouvrit la voie à des investigations nouvelles dans le domaine de la chimie organique. Passant en revue avec soin les travaux de plusieurs savants illustres, on chercha à répéter les nombreuses réactions colorées qu'ils avaient signalées, et à isoler, s'il était possible, les matières colorantes ainsi formées.

Les corps qui, dans cette étude, attirèrent plus particulièrement l'attention, furent les produits dérivés du goudron de houille, l'aniline, l'acide phénique et la naphtaline, et les recherches entreprises furent en général couronnées de succès. On réussit, non-seulement à produire

et à isoler les couleurs indiquées déjà d'une manière très-vague par les chimistes, mais encore à en préparer de nouvelles, et les résultats obtenus dépassèrent toutes les espérances.

Le violet d'aniline de M. Perkin inaugura en 1857 l'ère si féconde de ces nombreuses et intéressantes découvertes, qui se succédèrent avec une étonnante rapidité.

Nous n'examinerons ici que les matières colorantes artificielles qui sont utilisées dans l'industrie, ou qu'on a cherché à y introduire, et nous laisserons de côté les nombreuses couleurs instables signalées dans ces dernières années ; leur étude, très-imparfaite jusqu'ici, n'ayant aucune importance au point de vue de la science et de l'industrie, et ne pouvant offrir qu'un intérêt de simple curiosité.

VIOLET D'ANILINE. — INDISINE (ANILÉINE). — ROSOLANE. — HARMALINE. — VIOLINE, ETC.

Depuis bien des années on savait, par les travaux de Runge, que l'aniline donne une coloration violette par son contact avec le bichromate de potasse ou le chlorure de chaux, et ces réactions étaient regardées comme caractéristiques de l'aniline, lorsque M. Perkin, chimiste anglais, eut l'idée de séparer la matière violette qui se forme dans ces circonstances. Après de nombreuses expériences, il arriva en effet à isoler un produit violet, le plus beau et le plus stable de tous ceux connus jusqu'alors, et qui teignait la soie et la laine avec la plus grande facilité.

Ce produit, qui fut accepté avec empressement par les teinturiers et les imprimeurs, donna lieu nécessairement à la fabrication industrielle de l'aniline, cette base intéressante qui jusqu'alors n'avait figuré que dans les laboratoires, comme une substance très-précieuse.

L'introduction de l'aniline dans le commerce par M. Perkin devait avoir bientôt une importance considérable et mettre sur la trace de nombreuses découvertes. La préparation du nouveau violet, ainsi que toutes les inventions de valeur, se répandit bientôt de tous côtés, et ce produit reçut de la part des différents fabricants les noms arbitraires d'*aniléine*, d'*indisine*, de *rosolane*, de *violine*, d'*harmaline*, etc.

Parmi ces matières qui présentent souvent d'assez grandes différences de nuances, suivant les procédés qu'on a employés pour leur préparation, nous ne regarderons comme bien définies que celles qui sont fabriquées par la méthode de M. Perkin, c'est-à-dire l'indisine, l'aniléine et la rosolane.

Propriétés. — L'indisine peut être obtenue cristallisée ; dans cet état, elle ressemble beaucoup à la murexide, et présente comme elle un éclat métallique bronzé. Quoique peu soluble dans l'eau, elle colore ce liquide en violet intense. Elle se dissout facilement dans l'alcool, l'aniline, l'acétone, la glycérine, l'acide tartrique et l'acide acétique. Elle est inso-

luble dans l'huile de naphte et le sulfure de carbone. L'acide sulfurique concentré la dissout en se colorant en bleu, parfois en vert foncé. L'addition de l'eau la précipite en lui rendant sa couleur violette.

L'indisine est précipitée par les alcalis de ses solutions aqueuses. Elle ne forme point de laques avec les oxydes métalliques. Sa dissolution alcoolique récemment décolorée par l'eau de chlore est ramenée au violet par l'acide sulfureux ou les sulfites. Elle est réduite par l'acide sulfureux en présence du zinc, ou par l'étain, en présence de l'acide chlorhydrique, et ne revient plus qu'au violet rouge par l'addition du chlore ou des autres agents oxydants. (M. A. Scheurer-Kestner.)

L'indisine ne peut pas être sublimée; traitée par l'acide nitrique faible et bouillant, elle jaunit rapidement, et donne lieu à un dépôt rouge pulvérulent qui augmente par l'évaporation de la liqueur.

C'est dans l'acide acétique très-concentré que l'indisine cristallise le plus facilement. (M. Scheurer-Kestner.)

Elle se réduit dans les mêmes circonstances que l'indigo; comme lui elle se décolore et entre en dissolution, lorsqu'on la met en contact avec de la potasse et un agent réducteur, protoxyde d'étain, sulfure d'arsenic, glucose, etc. Par l'action de l'air ou des corps oxydants, elle reprend sa couleur violette primitive. (M. Persoz.)

Par ces motifs, le nom d'*indisine* donné au violet d'aniline par MM. Renard frères et Franc (de Lyon), nous paraît plus heureusement choisi que tous ceux proposés pour désigner cette matière.

La composition de l'indisine n'a pas encore été établie d'une manière certaine. M. Willm, qui a le premier examiné ce corps au point de vue de sa composition, lui avait assigné la formule $C^{36}H^{17}Az^{3}O^{2}$. M. Scheurer-Kestner lui attribue la formule $C^{30}H^{14}Az^{2}O^{2}$, mais celle-ci n'est pas encore assez bien établie pour être définitivement adoptée.

L'indisine teint sans mordant la soie et la laine; elle se fixe sur les fibres végétales au moyen des mordants dits *organiques*.

Préparation. — Quelle que soit la méthode suivie pour la préparation de l'indisine, cette substance résulte toujours du traitement de l'aniline par certains agents oxydants énergiques.

Le procédé de M. Perkin est, avec quelques légères modifications, le plus généralement suivi.

On fait dissoudre séparément dans l'eau froide 100 parties de sulfate d'aniline et 33 parties de bichromate de potasse; on mélange les deux dissolutions et l'on abandonne le tout pendant douze heures. Au bout de ce temps il s'est formé un abondant précipité d'aspect noirâtre, constitué d'indisine mélangée avec une grande quantité de matières résineuses. L'expérience a montré, en effet, que dans la plupart des cas un dixième seulement de l'aniline se transforme en violet, le reste passant à l'état de substance brune. Ce rendement est d'ailleurs très-variable; il dépend non-seulement du degré d'acidité du sulfate d'aniline et de la qualité

de cette base, mais aussi de la concentration des liqueurs, de la température et des soins apportés dans les opérations.

On conçoit qu'en présence d'une réaction aussi peu définie, il soit impossible de chercher à expliquer comment l'indisine dérive de l'aniline.

Pour séparer l'indisine, on recueille le précipité sur un filtre, on le lave à l'eau froide, et, après l'avoir fait sécher, on le traite par de l'huile de houille ou du sulfure de carbone, afin d'enlever les matières brunes résineuses. Le résidu est à son tour repris par l'alcool, et la solution évaporée à siccité. Quelquefois on épuise directement le précipité par l'esprit de bois étendu et bouillant, afin de ne dissoudre que l'indisine. Mais la méthode la plus avantageuse suivie par M. Verguin consiste à épuiser simplement le dépôt par l'eau bouillante, qui ne dissout que l'indisine, et à précipiter cette matière par un alcali.

Le précipité est alors recueilli, lavé et livré tel quel au commerce, à l'état de pâte.

Le prix de cette pâte varie actuellement de 20 à 25 francs. Dans le principe, l'indisine pure s'est vendue jusqu'à 5000 francs le kilogramme, soit à l'état sec, soit en solutions alcooliques.

Les produits connus sous les noms d'*indisine*, d'*aniléine*, de *rosolane*, sont préparés par la méthode que nous venons d'indiquer.

L'importance de la matière colorante qui nous occupe, nous oblige à décrire les autres procédés suivis pour l'obtenir.

Procédé de MM. Beale et Kirkham. — On mélange 1 volume d'une solution de chlorhydrate d'aniline marquant 1° ½ à l'aréomètre de Baumé avec 1 volume d'acide acétique à 5° Baumé, et l'on ajoute peu à peu 1 volume d'une solution de chlorure de chaux faible marquant 1° ½ Baumé ; puis on abandonne le tout. Au bout de quelques heures la réaction est terminée, et la matière colorante qui s'est précipitée est purifiée comme nous l'avons dit précédemment.

Procédé de M. Kay (*harmaline*). — On dissout 50 parties d'aniline dans 40 parties d'acide sulfurique à 1,84, étendu préalablement de 1400 parties d'eau. On ajoute ensuite 200 parties de peroxyde de manganèse, puis on chauffe en remuant le mélange tant qu'il se forme un précipité.

Procédé de M. Williams. — On mélange des solutions aqueuses de sulfate d'aniline et d'hypermanganate de potasse à équivalents égaux.

Dans cette réaction, il se forme, outre l'indisine, une matière colorante soluble dans les alcalis, avec laquelle on peut teindre la soie en rouge écarlate.

M. Williams, en faisant réagir l'iodure d'amyle sur l'aniline, en présence de l'eau et de l'ammoniaque en excès, a également obtenu une

matière colorante violette ; mais son identité avec l'indisine est peu probable.

Procédé Price (*violine*). — On chauffe à l'ébullition un mélange formé de 4 parties d'aniline, 4 parties d'acide sulfurique, 80 parties d'eau et 5 parties de bioxyde de plomb. Le produit tinctorial ainsi préparé a reçu de l'auteur le nom de *violine*. En faisant varier les proportions des corps qui entrent dans la réaction, on obtient des matières colorantes qui sont de nuances plus ou moins roses, et que M. Price a appelées *purpurine* et *roséine*. Les corps formés dans ces conditions paraissent n'être que des mélanges d'indisine avec une matière rouge.

Procédé de MM. Dale et Cabo. — On dissout dans l'eau 1 équivalent d'un sel neutre d'aniline, et l'on fait bouillir la solution avec 6 équivalents de bichlorure de cuivre. La matière colorante ainsi obtenue est, dit-on, d'une grande pureté.

ROUGE D'ANILINE. — FUCHSINE. — ROSÉINE. — AZALÉINE. — MAGENTA.

Le rouge d'aniline a été produit industriellement pour la première fois par M. Verguin (de Lyon), dans l'usine de MM. Renard frères, qui l'appliquèrent à la teinture, et le livrèrent au commerce sous le nom de *fuchsine*.

Le procédé des inventeurs décrit dans un brevet, en date du 8 avril 1859, consiste à faire réagir sur l'aniline à la température de 180° environ et sous la pression ordinaire du bichlorure d'étain anhydre.

Au bout de vingt minutes d'ébullition, le mélange a changé d'aspect et de couleur. Il est devenu d'un rouge tellement foncé qu'il paraît noir. L'opération est alors terminée : il ne reste plus qu'à laisser refroidir la masse et à la traiter par l'eau bouillante ; la matière colorante se dissout en grande quantité. La solution aqueuse filtrée peut servir directement à la teinture.

La découverte de cette nouvelle matière tinctoriale produisit une très-grande sensation dans toute l'importante industrie de la teinture. De toutes parts la fuchsine devint le sujet des études et des recherches des chimistes et des industriels. On répéta, on varia l'expérience de M. Verguin ; on y rattacha de nouvelles méthodes, de nouveaux procédés plus avantageux que celui connu pour produire la fuchsine. On s'aperçut, pour ainsi dire, avec étonnement que, sous l'influence d'une foule d'agents chimiques très-différents, l'aniline pouvait donner naissance à des quantités notables de matière colorante rouge présentant toutes les propriétés de la fuchsine.

Ces recherches rappelèrent l'attention sur certaines réactions anciennement décrites par plusieurs auteurs et jusqu'alors restées dans l'oubli. On vit que Berzelius avait signalé la production d'une matière colo-

rante rouge d'une nature résineuse dans la décomposition du sulfate d'aniline par la chaleur; que Gerhardt avait observé la formation d'une matière colorante rouge résinoïde dans l'action du chlorure de benzoyle sur l'aniline; que M. Nathanson, en faisant réagir dans un tube scellé un mélange d'aniline et de chlorure d'éthylène, avait vu se produire une magnifique couleur rouge de sang; qu'enfin, plus récemment, au mois de septembre 1858, M. Hofmann, cherchant à remplacer un ou plusieurs équivalents d'hydrogène de l'aniline par un ou plusieurs atomes de carbone, au moyen du bichlorure de carbone, avait obtenu, en outre de la cyanotriphényldiamine qu'il cherchait, une magnifique matière colorante rouge, dont il eut la plus grande peine à débarrasser ses cristaux de cyanotriphényldiamine.

Il devenait presque incompréhensible qu'on fût passé si souvent et si près de ce beau et utile produit sans l'apercevoir, ou, l'apercevant, sans avoir l'idée de le préparer et de l'étudier.

Quoi qu'il en soit, toutes ces recherches eurent pour résultat de donner une vive impulsion à cette nouvelle industrie. Elle s'accrut et se perfectionna rapidement, s'étendit au loin, et devint également prospère en France, en Angleterre et en Allemagne. On trouva de nouvelles méthodes, de nouveaux procédés de fabrication, qui amenèrent à leur tour de nombreux perfectionnements. Bientôt ce rouge d'aniline, qu'on ne trouvait dans le commerce que sous l'état amorphe d'une substance résinoïde indéterminée, se vendit en paillettes cristallisées nettement définies et presque pures. La question était devenue mûre pour la science, grâce aux efforts de l'industrie. Au docteur Hofmann appartient le mérite de l'avoir résolue. Dans un travail publié en 1863, il a déterminé la composition des rouges d'aniline de différentes provenances qu'on trouve dans le commerce. Il a démontré que ces substances sont les différents sels plus ou moins purs d'une seule et même base incolore à laquelle il a donné le nom de *rosaniline*.

ROSANILINE. $C^{40}H^{19}Az^{3}$.

La rosaniline est la base incolore qui, en combinaison avec des acides, constitue les différents rouges d'aniline.

Propriétés. — C'est une substance cristallisable, très-peu soluble dans l'eau, avec laquelle elle forme un hydrate, plus soluble dans l'alcool qu'elle colore en rouge, mais insoluble dans l'éther. Sous l'influence de l'air, elle devient rapidement rose, puis rouge. Elle se décompose par la chaleur en dégageant un liquide huileux, principalement formé d'aniline et d'une magnifique base cristalline encore inconnue, et en laissant un résidu charbonneux.

La rosaniline constitue une base puissante bien définie qui offre les caractères d'une triamine triacide. Elle se combine en effet avec les différents acides, et paraît engendrer trois classes de sels. A la vérité,

on n'a pas réussi à obtenir les représentants de la deuxième classe, et ceux de la troisième sont très-peu stables, car ils se décomposent à 100°.

Les agents réducteurs la transforment en une autre base plus hydrogénée, la *leucaniline*.

On ignore encore comment la rosaniline dérive de l'aniline.

Préparation. — M. Hofmann a isolé la rosaniline en décomposant, par un grand excès d'ammoniaque, la solution bouillante du produit cristallisé nommé *roséine*, préparé industriellement par M. Nicholson de Londres, et qui constitue de l'acétate de rosaniline.

La liqueur laisse déposer par le refroidissement des cristaux de couleur rougeâtre qui constituent de l'hydrate de rosaniline impur. Le liquide incolore fournit par le refroidissement des aiguilles et des tablettes cristallisées blanches qui sont de l'hydrate de rosaniline parfaitement pur, $C^{40}H^{19}Az^3,2HO$.

Les sels de rosaniline, du moins ceux à 1 équivalent d'acide, présentent un aspect vert métallique. Ils sont cristallisables, et fournissent, en solution dans l'eau, cette magnifique couleur rouge légèrement violacée qui les a fait employer dans la teinture sous différents noms. Les sels à 3 équivalents d'acide sont d'un brun jaunâtre; ils sont beaucoup plus solubles dans l'eau que les sels monoacides.

Les sels de rosaniline s'obtiennent, soit en traitant cette base par les acides, soit en soumettant à l'ébullition les différents sels ammoniacaux en présence de la base libre.

Chlorhydrates. — On en connaît deux.

Le *chlorhydrate monoacide* $C^{40}H^{19}Az^3,HCl$ se dépose de sa solution bouillante en tablettes rhombiques bien déterminées; il est hygroscopique et plus soluble dans l'acide chlorhydrique moyennement concentré que dans l'eau.

Le *chlorhydrate triacide* $C^{40}H^{19}Az^3,3HCl$ s'obtient en dissolvant la rosaniline dans l'acide chlorhydrique concentré. Les cristaux de ce sel, étant maintenus à la température de 100°, perdent graduellement leur acide et régénèrent le chlorhydrate monoacide. Dans l'intervalle, ils prennent une couleur bleu indigo caractérisque. Cette coloration indiquerait, suivant M. Hofmann, le moment où le sel est devenu diacide.

Les *chloroplatinates* de rosaniline sont incristallisables et difficiles à obtenir purs.

Le *bromhydrate* $C^{40}H^{19}Az^3,HBr$ est encore moins soluble que le chlorhydrate.

Le *sulfate monoacide* $C^{40}H^{19}Az^3,HO,SO^3$ constitue des cristaux verts à reflet métallique, très-peu solubles dans l'eau.

Le *sulfate triacide* cristallise difficilement.

L'*oxalate* $C^{40}H^{19}Az^3,HO,C^2O^3 + HO$ ne peut être déshydraté sans se décomposer.

L'*acétate* $C^{40}H^{19}Az^3,HO,C^4H^3O^3$ est un des sels de rosaniline les plus solubles dans l'eau et dans l'alcool. Il fournit des cristaux octaédriques qui ont jusqu'à un quart de pouce d'épaisseur.

Le *formiate* est semblable à l'acétate.

Le *chromate* s'obtient sous forme d'un précipité rouge-brique, lorsqu'on ajoute du bichromate de potasse à un sel de rosaniline. Ce précipité se change, sous l'influence de l'eau bouillante, en une poudre verte cristalline.

Le *picrate* cristallise en belles aiguilles rougeâtres.

Une magnifique collection de ces différents sels figurait à l'exposition de Londres de 1862, dans la vitrine de MM. Simpson, Maule et Nicholson.

Tannate de rosaniline. — Ce sel a été décrit récemment par M. E. Kopp. Il est complétement insoluble dans l'eau, et ressemble beaucoup au carmin de cochenille.

LEUCANILINE. $C^{40}H^{21}Az^3$.

L'hydrogène naissant ou l'hydrogène sulfuré transforment la rosaniline en une autre base, la *leucaniline*, qui est incolore à l'état libre, comme en combinaison saline.

Cette base dérive de la rosaniline par la fixation de 2 équivalents d'hydrogène :

$$\underbrace{C^{40}H^{19}Az^3}_{\text{Rosaniline.}} + 2H = \underbrace{C^{40}H^{21}Az^3}_{\text{Leucaniline.}}.$$

Il existe entre ces deux substances, une relation analogue à celle qui existe entre l'indigo bleu et l'indigo blanc :

$$\underbrace{C^{16}H^5AzO^2}_{\text{Indigo bleu.}} + H = \underbrace{C^{16}H^6AzO^2}_{\text{Indigo blanc.}}.$$

Propriétés. — Récemment préparée, la leucaniline se présente à l'état de poudre d'une blancheur parfaite; mais elle prend peu à peu une teinte rose au contact de l'air. Très-peu soluble dans l'eau bouillante, elle s'en sépare par le refroidissement sous forme de petits cristaux. Elle se dissout peu dans l'éther, mais très-aisément dans l'alcool.

Son meilleur dissolvant paraît être le chlorhydrate de leucaniline lui-même.

Lorsqu'on la chauffe avec précaution, elle se colore, et à 100° forme un liquide transparent rouge foncé qui se solidifie par le refroidissement en une masse moins colorée.

La leucaniline est anhydre. Ainsi qu'on pouvait le prévoir, la leucaniline repasse aisément à l'état de rosaniline par l'action des corps oxydants employés avec précaution: en chauffant la solution incolore de son chlorhydrate avec du bioxyde de baryum, du perchlorure de fer,

ou du chromate de potasse, on obtient immédiatement du rouge d'aniline, c'est-à-dire un sel de rosaniline.

Préparation. — On met un sel de rosaniline, ou simplement un des rouges d'aniline du commerce, en digestion avec du sulfhydrate d'ammoniaque. Le produit de la réaction est une masse jaune résineuse qu'on pulvérise, qu'on lave à l'eau, enfin, qu'on traite par l'acide chlorhydrique dilué pour séparer le soufre. La solution obtenue, qui possède une couleur brun foncé, est précipitée par l'acide chlorhydrique concentré. Ce précipité, une fois séparé, est redissous dans l'acide chlorhydrique étendu ; enfin le nouveau chlorhydrate, précipité par l'ammoniaque, fournit la leucaniline à l'état de pureté.

Sels de leucaniline. — Ces sels sont incolores et en général bien cristallisés ; ils se dissolvent aisément dans l'eau et sont précipités de leurs solutions aqueuses par leurs acides respectifs.

M. Hofmann n'a pas réussi à obtenir des sels contenant moins de 3 équivalents d'acide.

Chlorhydrate de leucaniline. $C^{40}H^{21}Az^3,3HCl,2HO$. — Ce sel cristallise sous forme de tablettes rectangulaires bien définies, mais toujours très-petites et souvent d'une blancheur éclatante. Il est nécessaire de le dessécher dans le vide.

Le *chloroplatinate* $C^{40}H^{21}Az^3,3HCl,2PtCl^2+2Aq$ cristallise en prismes d'un jaune orangé, difficilement solubles dans l'eau froide. En le chauffant au-dessus de 100°, on peut lui faire perdre ses deux équivalents d'eau.

L'*azotate* $C^{40}H^{21}Az^3,3HO,3AzO^5+2Aq$ forme des aiguilles blanches, solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther. Il faut le dessécher dans le vide, car il se décompose à 100°.

CHRYSANILINE, OU JAUNE D'ANILINE. $C^{40}H^{17}Az^3$.

Cette base, qui se place naturellement à côté des précédentes par sa composition, a été isolée dernièrement par M. Nicholson des produits secondaires qui prennent naissance dans la préparation industrielle du rouge d'aniline. M. Hofmann en a fait l'étude chimique.

Propriétés. — La chrysaniline se présente sous forme d'une poudre jaune, amorphe, semblable à du chromate de plomb, à peine soluble dans l'eau, qu'elle colore faiblement, mais très-soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Elle engendre avec les acides deux séries de composés salins cristallisables. Seule, ou en dissolution dans les acides, elle constitue une matière colorante très-riche, qui teint la laine et la soie en beau jaune orangé.

La composition de la chrysaniline place cette substance en relation directe avec la rosaniline et la leucaniline. Ces trois bases triamines

c'est-à-dire, dérivant de trois molécules d'ammoniaque, ne diffèrent, en effet, que par la quantité d'hydrogène :

Chrysaniline.....	$C^{40}H^{17}Az^{3}$.
Rosaniline.....	$C^{40}H^{19}Az^{3}$.
Leucaniline.....	$C^{40}H^{21}Az^{3}$.

La première est monoacide ou diacide, la seconde est monoacide ou triacide, mais avec des tendances monoacides très-prononcées; la dernière forme exclusivement des composés triacides.

Préparation. — La chrysaniline s'obtient en précipitant par l'ammoniaque la solution aqueuse d'un de ses sels.

Chlorhydrates de chrysaniline. — *Sel diacide.* $C^{40}H^{17}Az^{3},2HCl$. — Précipité cristallin, écarlate, consistant en petites écailles très-solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, presque insolubles dans l'éther absolu.

Sel monoacide. — Il s'obtient en maintenant le chlorhydrate précédent à la température de 160°, pendant quinze jours. C'est une poudre jaune cristalline, moins soluble dans l'eau que le chlorhydrate diacide.

Le *chloroplatinate* forme de belles tables cristallines de couleur écarlate; il ne présente pas une composition constante.

Azotates de chrysaniline. — Ces composés cristallisent avec la plus grande facilité en aiguilles rouge rubis presque insolubles dans l'eau, de sorte que les sels de chrysaniline pourraient servir jusqu'à un certain point comme réactifs de l'acide nitrique.

Le sel diacide forme des prismes tout à fait semblables à du ferricyanure de potassium.

Le *sulfate* est très-soluble et à peine cristallisable.

En étudiant les résidus de la préparation industrielle d'aniline, M. Hofmann a encore isolé deux bases nouvelles incolores, solides, pouvant distiller sans altération à une température très-élevée, et formant des sels en général cristallisables. L'une de ces substances ($C^{24}H^{11}Az$) a été appelée *xénylamine*, et l'autre ($C^{24}H^{14}Az^{2}$) *paraniline*, à cause de sa composition, car elle constitue un polymère de l'aniline.

Maintenant que nous connaissons la constitution chimique du rouge d'aniline, que nous savons qu'il résulte de la combinaison d'un acide avec la rosaniline, base non oxygénée, nous pourrons nous expliquer aisément comment il peut se former, dans des circonstances si diverses, par la réaction sur l'aniline de corps exempts d'oxygène (chlorures de carbone, chlorures métalliques anhydres, etc.), et aussi d'agents oxydants énergiques (azotate de mercure, acide azotique, etc.).

Nous pourrons comprendre également les caractères que présente

cette singulière matière colorante que nous appelons d'une manière générale *fuchsine*, quelle que soit d'ailleurs son origine.

Propriétés de la fuchsine. — La fuchsine est un peu soluble dans l'eau, qu'elle colore en beau rouge légèrement violacé. Elle se dissout très-aisément dans l'alcool et l'esprit de bois, presque point dans l'éther. Sous l'influence des alcalis, sa solution se décolore complétement, mais la couleur n'est point détruite, car elle reparaît lorsqu'on sature la liqueur par un acide. Elle ne vire point par les acides organiques, mais jaunit, sans s'altérer cependant, sous l'influence des acides minéraux énergiques non oxydants.

Elle est décolorée par l'acide sulfureux, mais reprend sa couleur par l'addition du chlore. Ce dernier agent, ajouté en excès, la détruit très-rapidement.

La fuchsine se fixe avec la plus grande facilité sur la soie et la laine; elle teint le coton *animalisé*, ou chargé de mordants organiques.

Préparation de la fuchsine. — Le procédé découvert par M. Verguin, et qui consistait à chauffer l'aniline avec du bichlorure d'étain anhydre, a été remplacé successivement par un grand nombre d'autres, et finalement par celui qui a été breveté presque simultanément en Angleterre par M. Medlock, et en France par MM. de Laire et Girard. Ce procédé étant reconnu le plus avantageux, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la pureté de la matière colorante, nous allons en donner une description détaillée, et nous nous contenterons de présenter ci-dessous la liste des différents corps qui peuvent engendrer la fuchsine par leur réaction sur l'aniline, sous l'influence de la chaleur,

Sels à base de mercure.

Protochlorure.
Bichlorure.
Iodure.
Bromure.
Fluorure.
Sulfate } de protoxyde.
Azotate }
Sulfate }
Azotate }
Chlorate } de bioxyde.
Bromate }
Iodate }

Sels à base d'étain.

Bichlorure anhydre ou hydraté.
Fluorure.
Bromure.
Iodure.
Sulfates.

Sels divers.

Azotate d'argent.
Protochlorure de cuivre.
Chlorure de titane.
Azotate d'urane.
Chlorure d'uranium.
Sesquichlorure de fer.
Azotate de sesquioxyde de fer.
Perchlorure d'antimoine.

Agents divers.

Sesquichlorure de carbone.
Bichlorure de carbone.
Iode.
Iodoforme.
Acide iodique.
Acide azotique.
Acide arsénique.

Procédé de MM. de Laire et Girard. — On prépare une solution très-concentrée (à 76 pour 100) d'acide arsénique. 25 kilogrammes de cette solution sirupeuse sont mélangés avec 15 kilogrammes d'aniline, et introduits dans une cornue de fonte qui doit avoir une grande capacité, car la masse se boursoufle pendant l'opération. Cette cornue, placée au-dessus de la voûte d'un fourneau, est chauffée au bain d'air à une température qui ne dépasse pas 170°. L'opération dure de trois à quatre heures. Pour s'assurer qu'elle est terminée, on plonge une baguette dans la masse fondue : la matière que l'on en retire doit se solidifier par le refroidissement, en prenant une couleur bronzée, et présenter une cassure brillante. On verse alors le contenu de la cornue sur des plaques de fonte afin de le laisser refroidir, puis on l'introduit dans de grandes cuves avec deux fois son poids d'acide chlorhydrique du commerce. On dirige dans ce liquide un courant de vapeur d'eau pendant deux heures environ. La matière se dissout en partie et le résidu se délite. On jette le tout sur des filtres de laine, et l'on rassemble la liqueur dans un vase de fonte qui contient une solution de carbonate de soude en plus grande quantité qu'il n'en faudrait pour précipiter toute la matière colorante. En dirigeant encore un courant de vapeur dans ce liquide, on fait fondre le précipité qui vient se rassembler à la surface de la cuve, d'où on l'enlève avec une écumoire pour l'introduire dans de grandes cuves de fonte renfermant de l'eau et chauffées à la vapeur. Il n'y a pas dissolution complète, mais on sépare par filtration le nouveau dépôt, tandis qu'on dirige la liqueur dans des bassins de tôle où on l'abandonne au refroidissement. La matière colorante se sépare sous forme de cristaux verts à reflets cuivrés qui sont du chlorhydrate de rosaniline. Ils renferment dans cet état 24 pour 100 d'eau. Ces cristaux sont vendus dans le commerce au prix de 80 francs le kilogramme. Ils donnent à la teinture des nuances irréprochables, et constituent, au prix de 80 francs, une des matières colorantes les plus économiques pour la teinture sur soie.

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA FUCHSINE.

Violet impérial. — Bleu de Lyon. — La découverte de ces matières colorantes appartient à MM. de Laire et Girard, dont les procédés sont exploités aujourd'hui par la maison Renard frères et Franc (de Lyon). L'histoire chimique de ces produits n'a pas encore été faite, mais elle promet d'être très-intéressante. On les prépare tous deux en chauffant la fuchsine cristallisée et sèche avec une nouvelle portion d'aniline.

Durant la réaction il se produit un dégagement abondant d'ammoniaque, ce qui prouve que l'aniline ne se combine pas simplement avec la fuchsine, mais qu'il y a décomposition au moins partielle de l'un ou l'autre de ces éléments.

Violet impérial. — Pour le préparer, on introduit dans une cornue de fonte 2 kilogrammes d'aniline et 2 kilogrammes de fuchsine desséchée

à 130°. La cornue est chauffée au bain d'huile à une température qui ne doit pas dépasser 180°, car à 190° déjà la matière se détruirait.

L'opération est terminée au bout de quatre heures. On retire alors la cornue du bain d'huile et l'on coule la matière dans l'eau chaude; elle y est insoluble et s'y prend en masse. Après refroidissement, on la pulvérise et on l'épuise à chaud par de l'acide chlorhydrique étendu et chargé de sel marin. Cet acide se colore en jaune en enlevant l'excès d'aniline, tandis que la matière violette, qui est insoluble en présence du sel marin, reste sous forme pulvérulente.

Le violet impérial fournit à la teinture des nuances d'une beauté exceptionnelle.

Bleu de Lyon. — Cette matière se produit dans les mêmes circonstances que le violet impérial, seulement on emploie pour sa préparation une quantité d'aniline deux fois plus considérable, c'est-à-dire 4 kilogrammes d'aniline pour 2 kilogrammes de fuchsine.

Le bleu de Lyon est le produit extrême de la réaction de l'aniline sur la fuchsine, tandis que le violet impérial paraît n'être qu'une phase intermédiaire de cette réaction.

Il est insoluble dans l'eau et l'éther, soluble dans l'alcool, l'esprit de bois, l'acide phénique et l'aniline. La solution alcoolique vire au violet par les alcalis, mais revient au bleu pur sous l'influence des acides. Il se dissout à froid dans l'acide sulfurique concentré, en le colorant en brun rouge; l'eau le reprécipite sans altération. Sa solution dans l'acide sulfurique concentré, étant maintenue pendant quelques heures à la température de 150°, éprouve une modification profonde. La matière colorante se précipite encore par l'addition de l'eau, mais seulement parce qu'elle est en présence d'une liqueur acide. Si en effet on la recueille sur un filtre et qu'on la lave à l'eau distillée, elle entre en dissolution dès que l'eau de lavage n'est plus acide. Cette propriété est utilisée actuellement dans l'industrie pour préparer du bleu soluble.

Le bleu de Lyon fournit à la teinture des nuances qui rappellent la couleur de l'outremer ou du sulfate de cuivre ammoniacal.

Bleu de Paris. — MM. Persoz, de Luynes et Salvetat avaient décrit sous le nom de *bleu de Paris* une matière colorante qu'ils avaient obtenue en faisant réagir en vase clos le bichlorure d'étain anhydre sur l'aniline en excès. Il y a tout lieu de croire que ce bleu est identique avec le précédent.

Bleu de Mulhouse. — Cette matière, découverte par MM. Gros-Renaud et Schæffer (de Mulhouse), s'obtient en chauffant la fuchsine avec un mélange de gomme laque blanche et de carbonate de soude ou de borax.

Pour la préparer, on introduit successivement dans un litre d'eau bouillante : 18 grammes de cristaux de soude, 50 grammes de gomme laque blanche en poudre, et 7 grammes de fuchsine en solution dans

l'alcool étendu. Après une heure d'ébullition pendant laquelle on remplace l'eau au fur et à mesure qu'elle s'évapore, on obtient une liqueur bleue dont la couleur rappelle celle du sulfate de cuivre ammoniacal. Le bleu de Mulhouse résiste assez bien aux différents réactifs et a pu être employé industriellement.

Action de l'aldéhyde sur la fuchsine. — Ainsi que l'a montré M. Charles Lauth, l'aldéhyde peut transformer à froid la fuchsine en une belle matière colorante bleue. Cette dernière est soluble dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique et la glycérine, et se dépose dans ces solutions sous forme de paillettes bronzées d'un grand éclat.

Elle se dissout en jaune dans les acides sulfurique et chlorhydrique concentrés, et en général dans tous les acides et les alcalis, mais elle est complétement insoluble en présence des matières salines. Elle donne en teinture des couleurs très-altérables à la lumière.

COULEURS DIVERSES A L'ANILINE.

Pour terminer l'étude des matières colorantes dérivées de l'aniline, nous signalerons encore les quelques produits suivants :

Verts d'aniline. — Ces matières prennent naissance dans des circonstances très-diverses. On rencontre un vert mélangé avec le jaune d'aniline (chrysaniline) dans les résidus de la préparation de la fuchsine. Il paraît être le produit d'une action oxydante secondaire.

Le premier vert d'aniline qui ait été signalé est celui qui résulte de l'action du chlorate de potasse sur le chlorhydrate d'aniline.

(M. Ed. Willm.)

Il existe un vert connu sous le nom d'*émeraldine* qu'on obtient en mélangeant des solutions de chlorhydrate d'aniline et de chlorate de potasse en présence d'un peu d'alcool et d'acide acétique. Ce mélange, exposé en couches minces au contact de l'air, ne tarde pas à donner lieu à un abondant précipité vert.

Le même vert se forme également lorsqu'on abandonne pendant longtemps au contact de l'air le chlorhydrate neutre d'aniline distillé à 240°. En redistillant ce sel au bain d'huile, on obtient la matière colorante verte comme résidu. Dans ces conditions elle est soluble dans l'eau, résiste assez bien aux acides, mais vire au violet par les alcalis.

On peut obtenir aisément un autre vert d'aniline en mélangeant deux solutions de chlorhydrate d'aniline et de perchlorure de fer, et chauffant pendant quelques instants. La matière colorante se sépare sous forme d'un précipité vert foncé insoluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans l'aniline et dans l'acide phénique. (M. Persoz fils.)

Bleus d'aniline. — Sous l'influence des alcalis ou du bichromate de potasse, l'éméraldine se transforme à chaud en une matière bleue, d'une extrême intensité, qu'on a nommée *azurite*. Ce nouveau corps est

insoluble dans presque tous les véhicules et résiste également bien aux acides et aux alcalis. On peut le former aisément sur un tissu, en imprimant le mélange de chlorhydrate d'aniline et de chlorate de potasse. Lorsque par l'exposition à l'air les parties imprimées ont acquis la couleur verte de l'éméraldine, on passe le tissu dans une solution bouillante d'eau de savon ou d'alcali très-étendu. A moins qu'on n'ait employé une proportion extrêmement faible de sel d'aniline, on obtient un bleu presque noir.

Une couleur bleue tout à fait semblable, sinon identique, se forme dans une réaction intéressante signalée par M. Ch. Lauth.

Il dissout une partie d'aniline dans un grand excès d'acide chlorhydrique étendu, et ajoute graduellement 2 parties de bioxyde de baryum; bientôt la liqueur se colore, et au bout de trois ou quatre heures on voit se former un précipité bleu.

Bruns d'aniline. — Ces matières ne présentent aucun intérêt au point de vue de la teinture, puisqu'elles sont regardées jusqu'à présent comme des impuretés. Elles se forment comme produits secondaires dans un grand nombre de circonstances, particulièrement dans la préparation de l'indisine. Elles se rencontrent également en plus ou moins grande quantité dans les résidus de la fabrication du rouge d'aniline; il faut chercher autant que possible à éviter leur formation.

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE L'ACIDE PHÉNIQUE.

Sans compter l'acide picrique, ou trinitrophénique (voy. t.V, p. 979) qui est employé depuis longtemps pour la teinture, on est arrivé dans ces dernières années à préparer au moyen de l'acide phénique deux matières tinctoriales qui s'appliquent dans l'industrie concurremment avec celles dérivées de l'aniline. Avant d'aborder la préparation de ces produits, nous voulons esquisser rapidement l'histoire de leur découverte.

L'acide rosolique a été isolé pour la première fois par Runge dans le traitement des huiles de goudron de houille par la chaux.

Cette substance avait depuis longtemps été perdue de vue par les chimistes, lorsqu'en 1858 M. Smith réussit à obtenir facilement le rosolate de soude, en chauffant de l'acide phénique avec un mélange de soude caustique et de peroxyde de manganèse.

Quelque temps après, M. Dussart, répétant les expériences de Runge, et chauffant au contact de l'air une bouillie épaisse formée d'acide phénique, de chaux éteinte et de potasse caustique, fut à même d'étudier avec soin l'acide rosolique.

Enfin au commencement de 1859, M. Persoz fils obtint, en chauffant un mélange d'acide phénique, d'acide oxalique et d'acide sulfurique, une grande quantité d'un corps dont il ne tarda pas à reconnaître l'identité avec l'acide rosolique. Comment cette substance, qui paraît ne se

former que par l'oxydation de l'acide phénique, peut-elle se produire dans cette circonstance? C'est un point qui n'a pas encore été éclairci. Au lieu de publier cette singulière réaction, M. Persoz fils en garda le secret, espérant pouvoir en tirer parti dans l'avenir. Il ne s'était point trompé dans ses prévisions: quelques mois après il avait réussi à préparer avec l'acide rosolique une matière rouge applicable à la teinture, et au commencement de 1860 il en confiait le procédé à la maison Guinon, Marnas et Bonnet.

Ce procédé consistait à chauffer l'acide rosolique, obtenu comme nous venons de le voir, avec de l'ammoniaque en vase clos. Durant cette opération, l'acide rosolique, qui est par lui-même complétement impropre à la teinture, puisqu'il n'a aucune stabilité, éprouve une profonde métamorphose, prend une couleur plus violacée qui se rapproche un peu de celle de la fuchsine, et ne vire plus par les acides.

Partant de ce fait, il était facile de prévoir qu'en remplaçant dans la réaction l'ammoniaque ordinaire par diverses ammoniaques composées, on arriverait à obtenir d'autres matières tinctoriales stables et peut-être de couleurs différentes.

C'est en effet ce qui eut lieu, et la même année 1860, M. Persoz fils reconnut que l'acide rosolique chauffé avec de l'aniline, et cette fois à la pression atmosphérique, donnait naissance à une matière colorante bleue.

Ces deux couleurs rouge et bleue reçurent de MM. Guinon et Marnas les noms de *péonine* et d'*azuline*.

Puisque l'acide rosolique est devenu depuis cette époque un produit industriel, nous devons faire connaître ses propriétés essentielles et sa préparation.

ACIDE ROSOLIQUE.

Propriétés. — Obtenu par précipitation d'une de ses solutions alcalines, cet acide se présente sous forme d'une poudre rouge, après dessiccation à l'air libre. Si on le chauffe à 80°, il fond, et par le refroidissement forme une masse qui présente un reflet vert métallique. Par la pulvérisation il redevient rouge. C'est un acide faible, très-peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther, qu'il colore en rouge brun. Les alcalis le dissolvent en prenant une belle coloration rouge violacé. Il peut former une laque groseille avec l'oxyde de plomb, mais ne donne pas de combinaisons salines définies.

On ne sait rien encore de précis sur la composition chimique de l'acide rosolique, il est probable qu'on ne l'a pas obtenu jusqu'à présent dans un état de pureté absolue. MM. Aug. Smith, Dussart, Hugo Müller, Jourdin, Kolbe et Schmidt, qui l'ont analysé, lui ont attribué respectivement les formules:

$$C^{13}H^{5}O^{2},\quad C^{12}H^{6}O^{4},\quad C^{46}H^{22}O^{8},\quad C^{24}H^{12}O^{6},\quad C^{10}H^{4}O^{2},\quad C^{20}H^{8}O^{4}.$$

Préparation. — Nous connaissons aujourd'hui plusieurs procédés pour la préparation de l'acide rosolique.

1° On peut, ainsi que l'a fait M. Dusart, d'après les expériences de Runge, chauffer au contact de l'air un mélange épais d'acide phénique, de chaux éteinte et de potasse caustique en solution concentrée. Au bout de quelques heures, la masse a pris une belle teinte rouge violacé. On la traite par l'eau, afin de dissoudre le rosolate de potasse formé, et l'on précipite la liqueur par l'acide chlorhydrique.

2° Un moyen plus avantageux, proposé par M. Aug. Smith, consiste à chauffer dans une capsule un mélange formé de 2 parties d'acide phénique, 1 partie de potasse caustique qu'on dissout dans un peu d'eau, et 5 parties de peroxyde de manganèse. Bientôt l'acide phénique se transforme complétement en acide rosolique qui reste combiné avec la potasse. Comme dans le cas précédent, on traite par l'eau bouillante, et l'on précipite la liqueur par l'acide chlorhydrique.

3° Le procédé découvert en 1859 par M. Persoz fils, et exploité dans l'industrie depuis près de deux ans, lorsqu'il fut publié par MM. Kolbe et Schmidt, est plus expéditif encore, puisqu'il dispense de toute dissolution dans l'eau et de toute précipitation. Le voici tel qu'il est pratiqué dans la fabrique de MM. Guimon, Marnas et Bonnet :

On fait un mélange d'environ 3 parties d'acide phénique, 2 parties d'acide oxalique et 2 parties d'acide sulfurique. Le tout est chauffé pendant quelques heures à une température modérée. Durant la réaction, il se produit une effervescence plus ou moins vive due à un dégagement souvent assez abondant d'acide carbonique et d'oxyde de carbone provenant de la décomposition de l'acide oxalique. La masse s'épaissit et devient d'un brun rougeâtre. Lorsqu'on juge l'opération terminée, ce que l'on voit aisément en prenant de temps en temps avec un agitateur une goutte du mélange et la projetant dans de l'eau ammoniacale, on retire la masse du feu, et on la coule dans l'eau froide pour séparer la majeure partie de l'acide sulfurique et de l'acide sulfophénique qui se sont formés pendant la réaction. Le produit est purifié par des lavages à l'eau bouillante. Par le refroidissement, il se solidifie et forme une masse encore légèrement poisseuse qui possède le reflet vert des cantharides. Par la dessiccation, il devient dur et susceptible d'être réduit en poudre. Le rendement en acide rosolique dépend de la manière plus ou moins rapide dont on a conduit l'opération.

4° M. Jourdin a proposé plus tard une méthode qui donne aussi d'excellents résultats. Elle consiste à traiter le phénate de soude, non plus par le peroxyde de manganèse, comme l'avait fait M. Schmidt, mais par l'oxyde de mercure.

Dans ces conditions, l'opération est terminée au bout de quelques minutes. M. Jourdin a observé en outre que l'acide phénique se transforme également en acide rosolique, sous l'influence du bichlorure de

mercure, tandis qu'il se dégage une grande quantité d'acide chlorhydrique.

DÉRIVÉS DE L'ACIDE ROSOLIQUE.

Péonine. — Cette matière est, comme nous l'avons dit, le résultat de la métamorphose qu'éprouve l'acide rosolique lorsqu'on le chauffe en vase clos avec de l'ammoniaque.

Elle paraît être une sorte d'amide, ou plutôt d'acide amidé, car elle joue le rôle d'acide. Le nom de *péonine* qu'on lui a donné est destiné à rappeler la grande analogie de sa couleur avec celle de la fleur de pivoine.

Pour la préparer, on introduit dans un appareil autoclave 1 partie d'acide rosolique et 3 parties environ d'ammoniaque du commerce. On chauffe au bain d'huile pendant trois heures, à une température qui ne doit pas dépasser 150°. La masse, retirée de l'appareil après refroidissement, forme un liquide épais présentant un reflet cramoisi doré, de toute beauté. En ajoutant de l'acide chlorhydrique, on précipite la nouvelle matière colorante.

Bien préparée, la péonine possède les caractères suivants : Elle est presque insoluble dans l'eau, se dissout très-aisément dans l'alcool qu'elle colore en rouge, ne vire plus comme l'acide rosolique sous l'influence des acides. Ses solutions alcalines s'altèrent au bout de quelque temps au contact de l'air et prennent une teinte brune.

Pour employer la péonine, il est avantageux, d'après M. Persoz fils, de préparer le bain de teinture ainsi qu'il suit : On dissout la matière dans l'alcool, on y ajoute ensuite un peu de soude, et l'on verse cette liqueur alcaline dans une grande masse d'eau. Par une faible addition d'acide tartrique, on met la matière colorante en liberté, sans cependant la précipiter, et dans un bain semblable on peut teindre très-aisément la soie et la laine, même à froid. Les nuances obtenues sont intermédiaires entre celles de la cochenille et celles de la fuchsine.

La péonine n'a pour ainsi dire pas encore été exploitée, parce qu'on a trouvé à tirer parti de l'acide rosolique d'une manière beaucoup plus avantageuse dans la préparation de l'azuline, découverte peu après.

Azuline. — Cette matière, dont la couleur rappelle beaucoup celle du sulfate de cuivre ammoniacal ou de l'outremer, est le produit de la réaction de l'aniline sur l'acide rosolique ou sur la péonine.

Pour l'obtenir, on chauffe à une température voisine de 180° un mélange formé de 5 parties d'acide rosolique et de 6 à 8 parties d'aniline ; après quelques heures l'opération est terminée. La matière colorante, purifiée par différents dissolvants destinés à lui enlever l'excès d'aniline et une matière rouge qui l'accompagne, se présente sous forme d'une masse à reflets rouge doré.

Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther ; elle colore en rouge violacé les alcalis caustiques. Elle se dissout en rouge brun

dans l'acide sulfurique concentré. L'addition de l'eau la précipite sans altération. De même que le bleu de Lyon, l'azuline éprouve une modification particulière lorsqu'on chauffe pendant quelques heures sa solution dans l'acide sulfurique concentré. Dans ce cas, elle n'est plus précipitable par l'eau, mais seulement par des matières salines, telles que le sel marin ou le sulfate de soude.

On monte un bain de teinture avec l'azuline en dissolvant cette matière dans un peu d'alcool et en versant la solution dans de l'eau acidulée. Si l'on passe de la soie ou de la laine dans ce bain, ces fibres se chargent de la matière colorante restée en suspension dans l'eau, et, en élevant peu à peu la température jusqu'à l'ébullition, on fixe la couleur et on l'unit au tissu.

L'azuline n'a encore été que fort peu étudiée au point de vue théorique. Examinée par M. Willm, avant que les procédés de fabrication de cette matière fussent connus, ce chimiste lui a assigné la formule $C^{24}H^{11}AzO^{4}$, et l'a considérée comme de la *dioxyphénylamide* $(C^{12}H^{5}O^{2})^{2},HAz$. Cette formule a besoin d'être encore vérifiée.

Par la plupart de ses caractères physiques et chimiques, l'azuline peut se confondre jusqu'à un certain point avec le bleu de Lyon, mais elle en diffère essentiellement par sa composition. D'après M. de Laire, l'azuline ne contiendrait qu'une proportion très-faible et toujours variable d'azote, tandis que le bleu de Lyon en renferme une quantité bien supérieure et toujours constante.

La naphtylamine, la toluidine, la cumidine et un grand nombre d'autres substances, produisent également des couleurs bleues quand on les chauffe avec l'acide rosolique ou la péonine.

MATIÈRE COLORANTE DÉRIVÉE DE LA LÉPIDINE ET DE LA QUINOLÉINE. — CYANINE.

Nous avons déjà décrit (tome IV, p. 712), à propos des bases organiques, la matière colorante considérée comme un dérivé de la quinoléine. Nous ne reviendrons pas ici sur sa préparation ; mais nous devons faire connaître un travail publié tout récemment par M. Hofmann sur cette singulière substance. Les expériences du célèbre chimiste ont porté sur de magnifiques cristaux de cyanine qui figuraient à l'exposition de Londres parmi les produits de la maison Menier.

Ces cristaux, d'un vert métallique à reflet doré, sont presque insolubles dans l'éther, difficilement solubles dans l'eau, mais se dissolvent facilement dans l'alcool. Ils constituent l'iodure d'une base nouvelle :

$$C^{60}H^{39}Az^{2}I,$$

lequel est mélangé avec une très-petite quantité d'un autre iodure qui a pour composition :

$$C^{56}H^{39}Az^{2}I.$$

D'après M. Hofmann, la première base dériverait de la lépidine $C^{20}H^{9}Az$, et la seconde de la quinoléine $C^{18}H^{7}Az$. Il faudrait d'ailleurs distinguer deux phases diverses dans la préparation de la cyanine :

1° La transformation de la lépidine en iodure d'amyllépidylammonium :

$$\underbrace{C^{20}H^{9}Az}_{\text{Lépidine.}} + \underbrace{C^{10}H^{11}I}_{\text{Iodure d'amyle.}} = \underbrace{C^{30}H^{20}AzI}_{\text{Iodure d'amyllépidylammonium.}}.$$

2° La condensation, sous l'influence de la potasse, de deux molécules de ce composé en une molécule d'un ordre supérieur, c'est-à-dire, sa transformation en diamine :

$$2C^{30}H^{20}AzI + KO,HO = C^{60}H^{39}Az^{2}I + KI + 2HO.$$

A l'appui de cette hypothèse, M. Hofmann cite les faits suivants :

Les cristaux verts de cyanine se dissolvent facilement dans l'acide iodhydrique dilué et bouillant; la solution incolore laisse déposer par le refroidissement des aiguilles jaunes d'une grande beauté, qui ont pour composition :

$$C^{60}H^{40}Az^{2}I^{2} = C^{60}H^{39}Az^{2}I,HI.$$

Ce corps est isomère de l'iodure d'amyllépidylammonium, mais ses propriétés sont complétement distinctes. Il se dissout dans l'eau froide sans altération; mais, sous l'influence de l'eau chaude ou de l'alcool, il se détruit, et l'on voit immédiatement reparaître la couleur bleue primitive, le sel monoacide s'étant reformé.

Les acides chlorhydrique et bromhydrique donnent des combinaisons tout à fait semblables.

En soumettant la solution alcoolique de cyanine à l'action du chlorure d'argent, on arrive à séparer tout l'iode, et l'on obtient un sel cristallisant en prismes verts à reflets métalliques, qui constitue le chlorure monoacide :

$$C^{60}H^{39}Az^{2}Cl.$$

En dissolvant ces cristaux dans l'acide chlorhydrique, on obtient le composé diacide :

$$C^{60}H^{39}Az^{2}Cl,HCl.$$

Lorsqu'on chauffe la cyanine dans une cornue, elle fond en un liquide bleu à surface miroitante cuivreuse. Si l'on élève davantage la température, il y a décomposition de la matière, et dans le récipient de la cornue se condense un mélange de lépidine et d'iodure d'amyle qu'on peut recueillir dans l'acide chlorhydrique, afin de prévenir la régénération de l'iodure d'amyllépidylammonium. En même temps il se dégage un gaz inflammable et facile à condenser par le refroidissement, qui est de l'amylène pur.

Si l'opération est dirigée avec soin, il ne reste qu'une faible proportion de charbon dans la cornue.

La décomposition de l'iodure vert ou cyanine peut s'expliquer d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{60}H^{39}Az^2I}_{\text{Cyanine.}} = \underbrace{2C^{20}H^9Az}_{\text{Lépidine.}} + \underbrace{C^{10}H^{11}I}_{\text{Iodure d'amyle.}} + \underbrace{C^{10}H^{10}}_{\text{Amylène.}}.$$

En traitant une solution alcoolique de cyanine par l'oxyde d'argent, on met en liberté la base, qui se sépare par l'évaporation en une masse confusément cristalline d'un bleu foncé, soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther anhydre. (M. Hofmann.)

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA NAPHTALINE.

Ces matières sont encore peu connues et n'ont pu être introduites jusqu'à présent dans l'industrie, vu leur manque d'éclat et leur peu de stabilité. Elles ne présentent donc pas l'importance des dérivés colorés de l'aniline, mais offrent cependant de l'intérêt à plusieurs égards. Toutes celles qu'on a étudiées dans ces derniers temps dérivent des composés nitrés de la naphtaline; nous allons en examiner quelques-unes très-rapidement.

Produits préparés par MM. Dussart et Gélin. — *Jaune français* (*acide nitroxynaphtalique* $C^{20}H^7(AzO^4)O,HO$). — Pour l'obtenir, on mélange 1 partie de nitronaphtaline parfaitement pure avec 1 partie de potasse caustique dissoute à l'avance dans un peu d'eau, et 2 parties de chaux éteinte.

On soumet le tout à la température de 150° à l'air libre, ou mieux en présence d'un courant d'air. L'acide jaune qui prend naissance entre en combinaison avec la potasse, de manière qu'en traitant la masse par l'eau, et saturant la liqueur par un acide, on précipite la matière colorante. Cette dernière cristallise en belles aiguilles fusibles à 100° et non volatiles.

Elle forme des laques avec la plupart des oxydes métalliques, notamment une laque orange avec l'oxyde de plomb et une belle laque rouge avec l'oxyde d'argent.

Elle teint la soie et la laine en jaune d'or, mais se dégrade considérablement sous l'influence des acides.

L'acide nitroxynaphtalique paraît être identique avec l'*acide nitrophtalinique* décrit antérieurement déjà par M. Dussart.

Rouge. — La matière colorante précédente étant mélangée à son tour avec une nouvelle quantité de potasse caustique et de chaux éteinte, puis chauffée entre 200° et 250°, donne naissance à un acide rouge qui s'extrait de la même manière.

Brun. — Traitées dans les mêmes conditions, les combinaisons binitrée et trinitrée de la naphtaline donnent toujours naissance à un acide brun dont la nuance rappelle beaucoup celle du cachou.

Violet et bleu de M. Troost. — Ces matières s'obtiennent simultanément en chauffant la binitronaphtaline pure avec du sulfhydrate de sulfure de sodium exempt d'hyposulfite. La solution traitée par l'acide chlorhydrique laisse déposer un précipité bleu qui jouit de la propriété de se fixer directement sur le coton; malheureusement il nécessite l'emploi des sulfures alcalins dans les bains de teinture.

Matières rouge et violette de M. Roussin. — La binitronaphtaline a attiré dans ces derniers temps l'attention générale du public, et surtout des fabricants; M. Roussin ayant cru un moment avoir réussi à transformer cette substance en alizarine. Cependant l'expérience n'a point confirmé cet espoir, et l'on n'a pu accorder à la nouvelle matière colorante que le nom de *pseudo-alizarine*.

Pour préparer la pseudo-alizarine, on fait un mélange de binitronaphtaline et d'acide sulfurique concentré qu'on introduit dans une capsule spacieuse chauffée au bain de sable. Par l'élévation de température, la binitronaphtaline se dissout complétement dans l'acide sulfurique, en formant une liqueur jaune pâle. Lorsque la solution a atteint la température de 200°, on y projette peu à peu de la grenaille de zinc. Bientôt il se dégage de l'acide sulfureux, et au bout d'une demi-heure environ l'opération est terminée. Si l'on fait alors tomber une goutte du mélange acide dans l'eau froide, il se développe une belle couleur rouge violacé. L'opération demande à être conduite avec beaucoup de soin, car si la température dépasse une certaine limite, toute la masse se boursouffle et se charbonne, en dégageant des torrents de gaz sulfureux et d'épaisses vapeurs blanches. Lorsque la réaction est achevée, on laisse refroidir, on verse la masse dans huit à dix fois son volume d'eau et l'on porte à l'ébullition ; enfin on filtre. La matière colorante ne tarde pas à se séparer partiellement de la liqueur, sous forme d'une gelée rouge abondante et d'aspect cristallin vue au microscope. L'eau mère et le produit resté sur le filtre contiennent encore beaucoup de matière colorante.

La pseudo-alizarine est peu soluble dans l'eau, mais se dissout aisément dans l'alcool et l'éther. Elle se volatilise au-dessus de 200° en produisant des vapeurs jaunes et des aiguilles cristallines rouges. Elle est inattaquable par l'acide sulfurique concentré, se dissout dans les alcalis avec une belle couleur bleu pourpre, et forme des laques avec les oxydes métalliques.

Elle se fixe sur les tissus mordancés à la manière de la garance, mais fournit des nuances différentes qui ne résistent pas à l'action de la lumière. Elle teint en violet les mordants d'alumine et de plomb, ceux de fer en nuances foncées plus ou moins verdâtres. Ces caractères, et le peu de stabilité de la pseudo-alizarine, ne permettent pas de la confondre avec l'alizarine.

La présence d'un agent réducteur comme le zinc, l'étain, le fer, etc., ne paraît pas nécessaire à la formation de la couleur, ainsi que

l'avait annoncé M. Roussin. Déjà deux ans avant la publication du travail de ce chimiste, M. Persoz fils avait préparé la même matière colorante en faisant réagir simplement l'acide sulfurique sur la binitronaphtaline, et la maison Guinon, Marnas et Bonnet en avait tenté l'emploi dans la teinture.

M. Roussin a obtenu encore plusieurs autres matières colorantes, en général violettes, soit par la réduction de la binitronaphtaline, soit par l'oxydation de la naphtylamine. Mais ces produits ne seront applicables dans l'industrie que si l'on parvient à leur donner plus de solidité et de brillant. Ceux qui ont été proposés jusqu'à présent ne donnent pas de nuances pures et manquent complétement de richesse colorante ; enfin ils ne résistent pas bien à la lumière.

BLEU A L'HUILE DE COTON.

M. Kuhlmann a réussi à préparer, par la réaction de l'acide sulfurique concentré sur le dégras d'huile de coton, une magnifique couleur bleue qui aurait pour composition $C^{38}H^{24}O^{8}$.

Les teintures obtenues au moyen de cette matière verdissent à l'air au bout de quelques heures, et passent ensuite au jaune brunâtre. Ce bleu n'est donc pas susceptible d'application.

CONTRASTE SIMULTANÉ DES COULEURS.

Avant de faire connaître les principes généraux de la teinture, nous présenterons un résumé des travaux importants que M. Chevreul a publiés sur le *contraste simultané des couleurs*.

On est resté jusqu'à ces derniers temps dans l'impossibilité de déterminer d'une manière fixe le classement des innombrables nuances que présentent les objets naturels, ou des modifications de couleur que les arts leur font subir.

On avait pris le parti de les comparer à des *couleurs types* qui elles-mêmes pouvaient éprouver des variations. On avait ainsi l'amarante, le rose rouge, le cerise ; les couleurs de feu, de grenade, de langouste, de chair, de capucine, de souci, d'orange, de brique, de marron, de ventre de biche ; le mordoré, le jonquille, le cassis, l'olive, la tannée, le fauve ; le vert-canard, le vert-bouteille, le vert-perroquet, le vert-pré, le vert naissant, le vert d'osier, le vert-émeraude, le vert-œillet ; les nuances bronze, tête de nègre, savoyard, pensée, gris de lin, etc.

Souvent les dénominations des couleurs types ne présentaient à l'esprit aucun rapport avec les couleurs. Nous citerons le bleu de roi, le bleu Marie-Louise, le bleu de France, le bleu de Berlin, le bleu d'azur ; le pourpre, le cramoisi, le rouge écarlate, le rouge d'Andrinople ou des Indes ; le vert russe, le vert américain, le vert céladon, etc.

M. Chevreul, en étudiant l'influence que les couleurs produisent sur l'organe de la vue, a établi des points de départ beaucoup plus précis.

Nous parlerons d'abord des types invariables auxquels peuvent être rapportées toutes les couleurs que la nature et les arts produisent.

Ces couleurs types peuvent être disposées dans un certain ordre et former la *table chromatique hémisphérique.*

Pour construire cette table, on divise la circonférence d'un cercle en 72 parties égales, et de chacun de ces points on mène des rayons jusqu'au centre; chacun de ces rayons est divisé en 21 parties égales. On trace des cercles concentriques au cercle primitif et passant par chacun de ces points : la figure se trouve ainsi divisée en 1512 surfaces, dont 72 triangulaires comprises entre le centre et la plus petite des circonférences.

Sur trois divisions de la circonférence également espacées entre elles, c'est-à-dire contenant vingt-trois autres divisions dans l'intervalle, on inscrit les noms des trois couleurs que l'on appelle *simples* ou *primitives,* le *rouge,* à la droite duquel on place le *jaune,* puis le *bleu.*

Sur la division qui sépare en deux parties égales l'espace compris entre le rouge et le jaune, on écrit *orangé;* de même entre le jaune et le bleu, *vert;* entre le bleu et le rouge, *violet.* Enfin, entre le rouge et l'orangé, *rouge orangé;* entre l'orangé et le jaune, *orangé jaune;* ainsi de suite, *jaune vert*, *vert bleu*, *bleu violet*, *violet rouge.*

Entre chacun de ces points, il reste cinq divisions auxquelles on donne des chiffres comme il suit :

Entre le rouge et le rouge orangé :

Le 1er rouge,
Le 2e rouge,
Le 3e rouge,
Le 4e rouge,
Le 5e rouge.

Entre le rouge et l'orangé :

Le 1er rouge orangé,
Le 2e rouge orangé,
Le 3e rouge orangé,
Le 4e rouge orangé,
Le 5e rouge orangé.

On divise de même l'espace compris entre chaque couleur inscrite sur la circonférence du cercle extérieur.

Ces diverses couleurs, inscrites au nombre de 72 sur la circonférence de la table, portent le nom de *nuances*, et les différences qu'elles présentent entre elles sont des *différences de nuances.*

Toutes les nuances comprises entre deux couleurs simples ou primitives sont dites *binaires* ou *composées,* car elles contiennent dans leur constitution les deux couleurs simples dans des proportions qui varient avec leur éloignement de l'une ou de l'autre. Exemple :

L'orangé, placé à distance égale du rouge et du jaune, produira sur

l'œil l'impression du mélange de ces deux couleurs dans des proportions égales.

Le rouge orangé, placé de même entre le rouge et l'orangé, produira sur la vue l'effet du mélange de chacune de ces deux couleurs par parties égales; et par conséquent si l'on voulait le rapporter à des proportions rigoureuses, le rouge orangé contiendrait $\frac{3}{4}$ de rouge et $\frac{1}{4}$ de jaune. Mais nous ne considérons les couleurs que sous le rapport de leur action sur l'organe de la vue, et non sous le rapport du mélange pondéral que l'on pourrait faire des couleurs.

Le même raisonnement est applicable à toutes les nuances. Le vert est un mélange de jaune et de bleu; le violet est un mélange de bleu et de rouge. Ce que nous venons de dire est suffisant pour faire comprendre ce que l'on entend par nuance.

Pour former avec ces couleurs un ensemble de types invariables, M. Chevreul a rapporté les couleurs primitives à celles qui leur correspondent dans le spectre solaire et dont la délimitation est déterminée par les raies de Fraunhofer, raies que l'on observe dans le spectre dilaté, et qui occupent toujours la même position relativement aux diverses nuances.

Chacune des 72 nuances de la table circulaire peut varier dans l'intensité de sa couleur, c'est-à-dire qu'elle peut être plus ou moins foncée. Ces variations d'une même nuance seront indiquées sur les surfaces comprises entre deux rayons voisins où cette couleur se trouve. Ainsi la première petite surface, en partant du centre, qui est un triangle dont le sommet est au centre, sera occupée par du blanc. La seconde surface, comprise entre le premier cercle et le second, sera couverte par une très-faible quantité de couleur de la nuance correspondante, de sorte qu'elle aura l'apparence d'un blanc légèrement teinté. La troisième surface, comprise entre le second et le troisième cercle, sera un peu plus foncée, mais toujours de la même nuance; et ainsi de suite, en augmentant l'intensité de la couleur, on arrivera à la dernière surface voisine de la circonférence dont la couleur sera si foncée, qu'elle semblera presque noire. Enfin, à l'extérieur du grand cercle de la table, on suppose noir. L'ensemble de cette dégradation d'une même nuance est appelé *gamme* ou *dégradation*, et les parties de cette gamme se nomment *tons*. Ces tons, sous le point de vue optique, sont également espacés ou distincts entre eux, c'est-à-dire que l'intensité du cinquième ton, par exemple, est à celle du sixième comme cette dernière est elle-même à celle du septième ton.

Chacune des 72 nuances de la table est dégradée en 20 tons, puisque les surfaces triangulaires ayant pour sommet le centre de la table sont blanches dans toutes les gammes. Le premier ton de chaque dégradation ne commence qu'entre le premier cercle et le second; le second ton entre le second cercle et le troisième, toujours à partir du centre. Les tons compris, dans chaque gamme, entre deux cercles, sont dits *à la*

même hauteur. On voit donc que les gammes de la table, dégradées en 20 tons, forment 1440 couleurs d'intensité ou de hauteur différente. Elles prennent le nom de *couleurs franches*, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas *rabattues* ou *rompues*, comme on dit en teinture ou en peinture, par du gris qui en diminue l'éclat. Mais il est très-rare que la nature présente les objets colorés dans cet état de pureté, et la table que nous venons de décrire serait très-incomplète si elle ne donnait pas tous les changements qu'éprouve chacune des gammes franches par son mélange avec des proportions plus ou moins grandes de gris.

C'est dans la partie hémisphérique de la table que nous trouverons tous ces tons.

Supposons que l'on fasse passer un plan perpendiculaire à la table circulaire précédente, par l'axe de la gamme rouge que nous prendrons pour exemple; que l'on décrive sur ce plan une série de 21 demi-cercles correspondants à ceux de la table horizontale et ayant même centre et mêmes rayons que ceux-ci; enfin, que l'on divise la demi-circonférence du plus grand de ces cercles en 19 parties égales pour mener des rayons vers le centre.

Si l'on construit ainsi la figure, on remarquera que l'axe du dixième secteur de ce demi-cercle sera perpendiculaire à la table horizontale ; il sera divisé comme les gammes de la table horizontale en 21 parties par les cercles concentriques. Convenons de regarder ce secteur comme une gamme de gris divisée en 21 tons comme il a été expliqué pour les gammes de la table horizontale, l'ensemble de ces tons formant la dégradation du blanc au noir en passant par le gris, dans les mêmes conditions d'équidistance de tons que dans les gammes ordinaires.

Considérons actuellement les 9 autres secteurs ou gammes comprises dans le plan vertical à partir de l'axe de la gamme rouge de la table horizontale jusqu'à la gamme de gris, et regardons ces gammes qui s'éloignent du rouge pour se rapprocher du gris, comme perdant de la première couleur pour prendre du gris dans la proportion de leur éloignement de la première gamme et de leur rapprochement de la seconde. La transition ici est tout à fait semblable à celle dont nous avons déjà parlé plus haut, en examinant le passage du rouge au jaune par l'orangé, au moyen de 23 gammes intermédiaires, mais ici il n'y en a que 9 pour que le rouge passe au gris. Ainsi, la première gamme du plan vertical voisine du rouge contiendra 9/10es de rouge et 1/10e de gris ; la deuxième gamme en s'éloignant du rouge contiendra 8/10es de rouge et 2/10es de gris, et ainsi de suite. Si nous considérons un ton de cette gamme, par exemple le sixième, il contiendra 8/10es de rouge du sixième ton de la gamme rouge et 2/10es de gris du sixième ton de la gamme grise.

Si l'on fait la même opération pour les 72 gammes franches, on reconnaît que trente-six plans verticaux passant par le centre contiendront toutes les gammes rabattues de chacune des gammes franches, et la

gamme de gris : ainsi un de ces plans contiendra les dix-huit gammes rabattues de deux gammes franches opposées sur le même diamètre de la table horizontale, plus la gamme grise.

Les axes de toutes les gammes rabattues au même degré, par exemple de celles à 1/10e de gris, peuvent, dans toutes les nuances, être regardés comme des génératrices d'un cône dont le sommet est au centre de la table et dont l'axe est vertical. En opérant de même pour les gammes rabattues à 2/10es, à 3/10es, à 5/10es, etc., de gris, on aura un ensemble de cônes à même sommet, même axe et génératrices égales, qui formera, avec le cercle des couleurs franches, la *table chromatique hémisphérique* contenant toutes les nuances et tous les tons que la nature peut présenter dans leurs différents états de pureté ou d'éclat. En nombrant les nuances et les tons qu'elles contiennent, nous trouverons :

1°	72 gammes franches				72
2°	72 gammes rabattues		1/10e gris.		»
	72 gammes rabattues		2/10es gris.		»
	72 gammes rabattues		3/10es gris.		»
	72 gammes rabattues	×	9	=	648
	Nombre de gammes				720
	Composées chacune de 20 tons				14400 tons.

Enfin la gamme de gris, qui n'est qu'une dégradation du blanc au noir, sans influence de couleur ou de nuance.

On voit que la détermination du ton d'une couleur quelconque se résumera en une formule peu compliquée.

Supposons que l'on veuille rassortir un ton d'une couleur donnée, on cherchera d'abord dans la table des couleurs franches à quelle nuance il peut appartenir. Si c'est aux gammes rouges, jaunes ou bleues ; s'il contient deux de ces couleurs, on le cherchera dans les gammes qui sont composées de leur mélange. Enfin, la gamme trouvée, on déterminera facilement le ton semblable à l'échantillon, en parcourant cette gamme depuis son ton le plus clair jusqu'au plus foncé. Dans ce cas, la formule qui exprimera ce ton sera, par exemple, 2RO7, deuxième gamme du rouge orangé, septième ton.

Si maintenant, ce qui arrive ordinairement, la couleur que l'on veut classer n'a ni la pureté ni l'éclat des couleurs franches, on cherchera sa nuance correspondante parmi les couleurs rabattues. Cependant la première observation n'en sera pas moins utile, c'est-à-dire que si la couleur contient du rouge, on cherchera sa semblable dans les gammes rouges rabattues ; si elle contient du jaune, on cherchera dans les gammes jaunes rabattues, etc. ; enfin, on déterminera la hauteur du ton, comme nous l'avons fait pour une couleur franche. Dans ce cas, la formule la plus compliquée sera 2RO7 4/10es, deuxième gamme du rouge orangé, septième ton rabattu à 4/10es de gris.

Occupons-nous maintenant du mélange et du contraste des couleurs.

On sait que la lumière blanche se décompose au moyen du prisme en diverses couleurs, que l'on peut rapporter à trois principales couleurs simples qui sont : le rouge, le jaune et le bleu, et que le mélange de trois rayons lumineux, colorés chacun d'une de ces trois couleurs, reproduit la lumière blanche.

En teinture et en peinture, le mélange dans des proportions convenables des trois couleurs primitives simples donne du gris plus ou moins foncé, suivant le degré d'intensité des trois couleurs élémentaires.

Le même résultat est encore obtenu lorsqu'on mélange une couleur simple et une couleur *binaire* (composée de deux couleurs simples) ne contenant pas la couleur simple avec laquelle elle est mélangée. Ainsi, on obtient du gris avec :

Le rouge et le vert qui contient..	jaune, bleu.
Le jaune et le violet.....	rouge, bleu.
Le bleu et l'orangé.....	rouge, jaune.

Le vert, le violet et l'orangé sont dits *complémentaires* du rouge, du jaune et du bleu, et réciproquement.

Une couleur complémentaire d'une autre couleur est donc celle qui, mélangée avec elle dans une proportion convenable, donne du gris.

En raison de la disposition donnée à la table chromatique, ces complémentaires se trouveront avec facilité, puisque deux gammes complémentaires l'une de l'autre parmi les couleurs franches contiendront toujours un diamètre du cercle, et deux gammes complémentaires dans les couleurs rabattues seront contenues dans un des plans normaux passant par le centre de la table. Pour que ces deux gammes soient complémentaires, il faut aussi qu'elles soient rabattues au même degré.

Le rôle des couleurs complémentaires est d'une grande importance dans la teinture ; il permet en effet de faire des couleurs rabattues sans ajouter de noir aux couleurs franches, mais leurs complémentaires dans une proportion plus ou moins grande, suivant que l'on veut rabattre plus ou moins complétement la couleur ou arriver à du gris par neutralisation complète.

La théorie de l'*azurage des blancs* et celle *du noir* sont également basées sur les effets produits par le mélange des couleurs.

Des couleurs juxtaposées s'influencent réciproquement d'une certaine manière, tant sous le rapport du ton que sous celui de la nuance, et

l'ensemble de ces phénomènes a été appelé *contraste des couleurs*. Il se divise en :

Contraste simultané..... { de nuances. / de ton.

Contraste successif.

Contraste successif mixte.

Nous donnerons quelques explications sur ces différents effets, dont la connaissance est indispensable pour les arts qui emploient les couleurs, et particulièrement pour la teinture et la fabrication des toiles peintes.

Lorsque deux tons différents d'une même gamme sont juxtaposés, les parties des deux tons qui avoisinent la ligne de contact sont modifiées. Ainsi, le ton clair est plus clair qu'il n'est réellement, et le foncé est plus foncé. Cet effet diminue à mesure qu'on s'éloigne de la jonction des deux tons.

Lorsque deux nuances différentes sont juxtaposées, chacune d'elles est, surtout dans les parties voisines de la ligne de contact, influencée de la complémentaire de l'autre. Ainsi le gris, le blanc ou le noir, placés à côté du rouge, le font paraître verdâtre près de la ligne de contact; le jaune le rend violet ou lilas ; le bleu le rend orangé ou roux.

Lorsque deux couleurs sont placées à côté du gris, du blanc ou du noir, la complémentaire qui s'ajoute à chacune d'elles en modifie la nuance; le contraste est appelé alors *simultané et mixte*.

Exemple : Le rouge placé à côté du jaune sera violeté par la complémentaire du jaune, et le jaune sera verdi par la complémentaire du rouge.

Si, dans les deux couleurs juxtaposées, il y a une couleur commune aux deux, elle tend à s'affaiblir.

Exemple : Jaune et vert. Le jaune sera plus orangé à cause du rose que lui donne le vert, et le vert plus bleu par le violet que le jaune lui apporte. Mais le vert sera un peu rabattu par le violet qui l'influencera, et qui, contenant du rouge, neutralisera une partie correspondante du vert et formera du gris.

En résumé, on voit que deux couleurs complémentaires, *juxtaposées*, devront s'embellir et se conserver réciproquement dans la nuance qui leur est propre, puisque les couleurs d'influence viendront encore rehausser l'éclat de chacune d'elles.

CONTRASTE SUCCESSIF.

Lorsque l'on a regardé pendant un certain temps une couleur, et qu'ensuite on porte les yeux sur du gris, on le voit teinté de la complémentaire de cette couleur, de vert par exemple, si l'on a regardé du rouge, etc.

Le blanc et le noir sont également influencés comme le gris.

CONTRASTE SUCCESSIF ET MIXTE.

Si, au lieu de gris, de blanc ou de noir, c'est une autre couleur que l'on regarde après avoir fixé la première, la complémentaire de celle-ci s'ajoute à la seconde et la modifie suivant la loi du mélange : ainsi du bleu, regardé après avoir longtemps fixé du vert, sera violeté par le rouge, que cette seconde couleur lui communiquera.

Ces principes étant une fois établis, nous donnerons quelques-unes de leurs applications.

Les dessins blancs, sur des fonds de couleurs foncées, sembleront plus vifs que sur des fonds plus clairs.

Si l'on veut produire des dessins blancs sur des fonds colorés, par exemple sur un fond vert, il faut que ces dessins soient légèrement verdâtres, pour former du gris en neutralisant la complémentaire rose que leur donnera le fond : s'ils étaient blancs, ils paraîtraient roses.

Lorsque l'on regarde longtemps une couleur rouge très-éclatante, telle que le rouge d'Andrinople ou le rouge écarlate qui est fixé sur une assez large surface, on voit, à mesure que l'œil se fatigue, la couleur, dont la pureté et la vivacité charmaient d'abord, se ternir peu à peu, et faire place à une nuance briquetée très-différente de la première. Cet effet est dû à la disposition que prend l'œil, à voir la complémentaire du rouge, qui est le vert; cette couleur s'ajoutant au rouge, en rabat une partie, ce qui donne lieu à une teinte brique. Cette explication est si vraie, que la vue fatiguée par du rouge, portée sur tous autres objets, les voit modifiés par du vert, jusqu'à ce que l'œil se soit reposé par l'observation de couleurs variées.

Ces phénomènes, dont nous pourrions donner d'innombrables exemples, avaient été aperçus depuis longtemps, et des explications plus ou moins satisfaisantes en avaient été données par plusieurs observateurs; mais c'est à M. Chevreul qu'appartiennent leur coordination et leur classement.

TEINTURE ET IMPRESSION.

On désigne, sous le nom de *teinture*, l'art qui a pour objet de fixer les matières colorantes sur les fils ou sur les tissus d'une manière uniforme.

L'*impression* n'est en réalité que l'art de la teinture localisée, c'est-à-dire exécutée sur certaines parties seulement des tissus ou des fibres.

Nous allons examiner ici d'une manière tout à fait superficielle les principales opérations pratiquées dans ces deux genres d'industries; renvoyant pour de plus amples détails aux ouvrages spéciaux publiés sur chacune d'elles.

Les substances qui subissent les opérations du filage et du tissage sont d'origine végétale, comme le lin, le chanvre et le coton, ou d'origine animale, comme la laine et la soie.

Pour rendre ces substances propres à la fabrication des étoffes et à recevoir les matières colorantes, on les soumet à divers traitements dont voici l'exposé.

TRAITEMENT DES SUBSTANCES DESTINÉES A ÊTRE FILÉES.

Rouissage et teillage du chanvre et du lin. — Le lin et le chanvre se composent d'une partie ligneuse recouverte de fibres allongées, qu'une résine insoluble dans l'eau fait adhérer entre elles avec une certaine énergie. Avant de pouvoir filer ces fibres, il est indispensable de les détacher de la tige et aussi de les dissocier, en détruisant par le *rouissage* la résine qu'elles renferment.

Dans ce but, on sépare du chanvre et du lin, lorsqu'ils viennent d'être cueillis, les graines, qui se détachent facilement par la dessiccation à l'air; puis on place les fibres dans des pièces d'eau, souvent sans écoulement, et on les y laisse plongées pendant quelques semaines, jusqu'à ce qu'il se manifeste un commencement de fermentation presque putride, si l'on en juge par le dégagement gazeux qui s'opère et par l'odeur désagréable et insalubre des *routoirs*. Il est important de ne pas laisser cette fermentation durer trop longtemps, car après avoir opéré la décomposition de la substance résineuse, elle pourrait altérer la solidité des fibres textiles. On retire les bottes du routoir, on les laisse sécher à l'air, et l'on sépare les fibres des chènevottes au moyen d'un appareil appelé *broie*. Cette seconde opération porte le nom de *teillage*.

Il est probable que dans le rouissage il se développe de l'ammoniaque qui réagit sur la substance résineuse des fibres et la dissout. On peut du reste opérer le rouissage en soumettant les plantes textiles à l'action faible des alcalis, ou en plongeant les tiges dans une eau très-légèrement

acidulée avec de l'acide sulfurique ; on a soin dans ce cas de débarrasser les fibres de l'eau acidulée par de nombreux lavages à l'eau pure.

Depuis quelques années on suit en France, et particulièrement dans le Nord, un procédé nouveau de rouissage basé sur l'emploi de l'eau tiède. Grâce aux perfectionnements apportés par MM. Scrive de Lille, cette opération ne demande plus que quarante-huit heures, et, sous le rapport de la salubrité et du rendement, s'exécute avec beaucoup d'avantage.

On a essayé d'enlever la substance résineuse par des moyens mécaniques qui auraient eu l'avantage de prévenir l'altération des fibres et les émanations insalubres des routoirs ; mais ces moyens sont inefficaces. A l'œil, le chanvre et le lin ainsi préparés ont une apparence satisfaisante ; mais si on les touche, comparativement avec des filasses rouies, on reconnaît facilement qu'ils n'ont pas autant de douceur et de moelleux, et qu'ils doivent encore contenir de la substance résineuse. Les tissus qui en proviennent sont secs ; ils perdent sensiblement de leur poids au lessivage, et présentent tous les inconvénients des *toiles creuses*.

En Belgique et en Allemagne, dans les localités éloignées d'eaux propres au rouissage, on expose le chanvre sur la terre à la rosée et à la lumière. Sous l'influence de ces deux agents et de l'air, il se fait une désagrégation par une sorte de combustion lente de la matière résineuse qui réunit les fibres ligneuses, et au bout d'un certain temps on peut regarder le chanvre comme convenablement roui. Ce procédé présente pourtant plusieurs inconvénients : la matière résineuse est irrégulièrement détruite dans les différentes parties qui ne peuvent être placées dans les mêmes conditions d'humidité et d'exposition à la lumière, et il reste dans les filaments des matières solubles qui, n'étant séparées que dans les opérations de lavage que l'on fait subir au chanvre après la filature et le tissage, laissent une toile d'un tissu lâche qui ne présente plus une résistance suffisante.

Dans certains pays chauds, et notamment au Brésil, on opère le rouissage dans le sable humide.

Le coton est de la cellulose à peu près pure ; on ne lui fait subir aucune préparation avant de le filer.

Désuintage de la laine. — La laine, dans l'état où l'agriculteur la livre au commerce, est imprégnée d'une substance graisseuse connue sous le nom de *suint* et qu'il importe de lui enlever. Le traitement auquel on la soumet a reçu le nom de *désuintage*.

Pour désuinter la laine, on la lave d'abord (avant ou après la tonte des

moutons) pour enlever les matières solubles qui lui sont adhérentes; puis on la plonge et on la remue pendant un quart d'heure dans de l'eau à 40° ou 50°, contenant le quart de son poids d'urine ammoniacale; au bout de ce temps, on la met dans des paniers qu'on porte dans une eau courante pour enlever la combinaison ammoniacale soluble qui a dû se former. Souvent les laveurs de laine se contentent de l'action de l'eau de suint ou de celle d'une petite quantité de savon.

La laine fine contient plus de suint que la laine commune. M. Chevreul a reconnu qu'une laine peut perdre au désuintage 58 pour 100 de son poids. Les laines communes, suivant M. Thenard, contiennent le quart de leur poids en suint, et celle de mérinos les deux tiers.

La laine ainsi désuintée a été étudiée par M. Chevreul sous le rapport de sa composition. Cet illustre chimiste a reconnu que, lorsqu'on la fait digérer successivement dans de l'alcool et de l'éther, elle perd 17 pour 100 de son poids; que cette perte est due à la dissolution d'une substance grasse, essentielle à la laine, qui est composée par le mélange d'une matière grasse, solide et cristalline, fondant à 60°, avec une autre matière grasse, liquide à 15°. Ces deux corps gras désignés sous les noms de *stéarérine* et d'*éléérine*, supportent sans s'acidifier l'action des alcalis, tandis que la laine, traitée à chaud par des dissolutions concentrées de potasse ou de soude, donne naissance à un acide azoté.

En poussant plus loin ses investigations, M. Chevreul a reconnu qu'une dissolution de carbonate de soude, dans laquelle a digéré de la laine traitée comme il vient d'être dit, donne des traces évidentes de sulfure de sodium, car un sel de plomb noircit lorsqu'on le verse dans cette dissolution, et l'acide sulfurique en dégage de l'acide sulfhydrique. A cette démonstration de la présence du soufre dans la laine, déjà si évidente, M. Chevreul ajoute ces nouveaux caractères : La laine, traitée d'abord par un alcali faible, laisse dégager de l'acide sulfhydrique lorsqu'on la fait bouillir ensuite avec un acide faible; mise en ébullition avec un sel de plomb, elle se colore en noir; enfin elle se colore en brun lorsqu'on la plonge dans une eau tenant en suspension de l'acide stannique ou quelques-unes de ses combinaisons salines.

Il est à remarquer que, pour obtenir ces résultats d'une manière sensible, il est nécessaire que la laine ait subi l'action d'un alcali faible. M. Chevreul pense donc que le soufre fait partie essentielle de la laine, et que sa présence ne devient appréciable que lorsque, par l'action de l'alcali, les autres principes de la laine ont subi un commencement de séparation.

Dans la teinture sur laine, il est important de ne pas confondre la laine provenant d'animaux vivants avec celle qui vient d'animaux morts ou malades; cette dernière se prête moins facilement aux opérations de la teinture.

DÉGRAISSAGE ET BLANCHIMENT DES TISSUS DESTINÉS A LA TEINTURE ET A L'IMPRESSION.

Tissus végétaux. — On procéderait immédiatement à la décoloration des tissus destinés à la teinture, si l'on n'avait à agir que sur le ligneux et la matière colorante. Mais l'expérience a démontré que la fibre ligneuse contient encore une portion de cette substance résineuse qui n'a pas été complétement enlevée par le rouissage : le filage et le tissage, opérés au moyen d'un mélange appelé *parement*, destiné à *parer* la chaîne, apportent encore dans les fils et les tissus une certaine quantité de corps gras, de gélatine, et quelquefois aussi d'amidon et de farine. Toutes ces substances, étrangères au ligneux et à la matière colorante, doivent donc être soigneusement enlevées pour que le blanchiment soit efficace.

On a donné à cette opération le nom de *dégraissage* ou de *lessivage*. Mais on est obligé de s'occuper avant tout d'un traitement préliminaire qui a pour but d'enlever les poils ou les nœuds qui peuvent se trouver à la surface des tissus.

En effet, ces aspérités pourraient non-seulement rendre le blanc inégal, mais occasionner plus tard des accidents fâcheux dans la teinture ou l'impression, en se soulevant et en mettant à découvert des parties blanches.

C'est pour ces motifs que l'on soumet les tissus aux opérations du *rasage* et du *grillage*.

Rasage. — On rase les étoffes au moyen d'une machine nommée *tondeuse*, dont la pièce principale est un cylindre, tournant avec une grande vitesse sur son axe, et armé de couteaux en hélice qui séparent le duvet.

Grillage. — Après le rasage, les tissus subissent ordinairement une opération destinée à enlever tout le duvet qui peut avoir échappé au rasage; on la nomme *grillage*. Pour griller une étoffe, on la fait passer très-rapidement sur une table métallique chauffée au rouge blanc, ou bien on l'expose au-dessus de tubes de plomb, percés de trous presque capillaires, d'où s'échappe une flamme continue alimentée par de l'alcool en combustion; souvent aussi on la présente à la flamme du gaz de l'éclairage.

Quel que soit le procédé employé pour le grillage, il exige de la part de l'ouvrier de la dextérité et de l'intelligence. Le tisserand de toiles communes grille ses étoffes en passant sur les pièces tendues une poignée de paille enflammée.

Blanchiment sur le pré. — Le procédé de blanchiment le plus anciennement connu, et qui est encore pratiqué dans beaucoup de loca-

lités, surtout pour les tissus de chanvre et de lin, consiste à soumettre les tissus à l'action réitérée de l'air, de l'eau, de la lumière et de lessivages alcalins. Les toiles sont étendues sur une prairie. Si elles subissent pendant quelques jours l'action simultanée de la lumière solaire, de l'air et de l'eau, on remarque que le principe colorant se modifie assez promptement, et au moyen de lessivages combinés avec l'exposition sur le pré, on parvient à obtenir un tissu parfaitement blanc.

Ce procédé, qui offre sans doute l'avantage de conserver à la fibre toute sa force, et surtout de ne lui faire perdre que très-peu de son poids, exige malheureusement un temps très-long, souvent jusqu'à six mois. Il nécessite en outre une énorme main-d'œuvre, et oblige le fabricant à engager une grande partie de ses capitaux à l'achat de vastes terrains à l'entour de son établissement. C'est pour ces motifs qu'on a généralement abandonné ce procédé.

Lessivage au savon de résine. — En se fondant sur l'action qu'exercent les bases alcalines sur les résines, les corps gras et les matières colorantes naturelles des étoffes écrues, on a essayé de dégraisser les fils et les tissus en employant la soude et la potasse : mais on a bientôt reconnu que ces bases altèrent les tissus. Depuis plusieurs années, on emploie une dissolution de colophane dans la soude pour enlever aux cotons une matière particulière sur laquelle les acides ou les alcalis n'ont qu'une faible action. Les toiles blanchies par cette méthode présentent, après la teinture, un fond beaucoup plus blanc que celles qui ont été blanchies sans addition de colophane.

La lessive au savon de résine est en général formée de 300 litres d'eau, 39 kilogrammes de colophane et 33 kilogrammes de sel de soude.

La base qui est principalement employée est la chaux, qui, à l'abri de l'air, n'exerce aucune action sur la fibre ligneuse.

Dégraissage à la chaux. — Cette opération s'exécute dans des appareils de bois fermés, à l'abri de tout contact de l'air et chauffés à la vapeur au moyen d'un tube plongeur partant d'un générateur voisin.

Par ce lessivage, qu'on répète un certain nombre de fois, les corps gras sont saponifiés et les tissus se trouvent débarrassés de toutes les substances solubles qui constituaient le parement, ainsi que d'une certaine quantité de matière colorante naturelle. Mais les savons calcaires qui se produisent sont en partie insolubles et restent adhérents aux fibres. Pour les enlever, on détache mécaniquement, par plusieurs lavages, l'excès de chaux ; on plonge les tissus dans de grandes cuves contenant de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique. Cette opération se fait ordinairement à froid ; mais on obtiendrait de meilleurs résultats si l'on élevait la température du bain à 70° ou 80° (M. Persoz). Les savons calcaires sont décomposés, leurs acides

gras restent mélangés avec les fibres; dans cet état, on lave soigneusement les tissus; on les soumet. Dans des appareils à lessiver, à l'action d'une dissolution de carbonate de soude, qui convertit les acides gras en savons solubles : ceux-ci dissolvent la résine, et, après plusieurs lavages, les tissus et les fils sont prêts à être décolorés.

De nos jours on opère généralement le lessivage soit à la chaux, soit au sel de soude, dans différents systèmes d'appareils à haute pression, dans lesquels la saponification des matières résineuses s'effectue d'une manière beaucoup plus prompte et plus complète.

Décoloration par le chlore et l'hypochlorite de chaux. — Vers l'année 1785, Berthollet proposa l'emploi du chlore pour décolorer les fils et les tissus de nature organique végétale. Cette belle découverte ne fut pas d'abord appréciée à sa juste valeur. Berthollet avait conseillé l'emploi du chlore en dissolution; mais, à cette époque, les procédés de dégraissage étaient encore inconnus; de plus, l'action du chlore sur les substances organiques avait été peu étudiée, aussi les fabricants n'obtenaient-ils assez souvent que des tissus inégalement blanchis et souvent altérés.

Pendant longtemps, d'après les indications de Berthollet, les fils et les tissus étaient soumis à l'action alternative des lessives et du chlore dissous dans l'eau jusqu'à leur complète décoloration; le célèbre chimiste pensait que l'oxygène du chlore, que l'on considérait alors comme de l'acide muriatique oxygéné, agissait sur la matière colorante en lui enlevant de l'hydrogène, et que la matière colorante ainsi modifiée avait acquis la propriété de se dissoudre dans les alcalis. Cette théorie ne peut plus être admise, puisqu'il est prouvé que le chlore est un corps simple; mais le fait de la décoloration des fibres ligneuses par le chlore est resté acquis à la science et à l'industrie. L'explication donnée par Berthollet conserve néanmoins toute sa valeur, car la présence de l'eau est nécessaire dans cette réaction; le chlore sec n'agit pas en effet sur des toiles complétement sèches, à moins cependant qu'on ne fasse intervenir la lumière.

On admet généralement aujourd'hui que le chlore agit sur les matières colorantes, décompose l'eau en formant de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène à l'état naissant qui se porte sur la matière colorante. Dans cette hypothèse, l'action du chlore sur la matière colorante peut être assimilée à celle de l'oxygène ou de l'eau oxygénée sur ces mêmes substances.

Depuis plusieurs années, on a substitué au chlore, dans le blanchiment des fils et des tissus, l'hypochlorite de chaux; mais ce sel n'ayant aucune action sur les matières colorantes, il est nécessaire de faire intervenir l'acide carbonique de l'air ou tout autre acide pouvant se combiner avec la chaux et dégager l'acide hypochloreux. Seulement, comme ce dernier acide agit très-énergiquement, surtout à une tem-

pérature élevée, sur les fibres, lors même qu'il est étendu d'eau, toute l'attention des fabricants doit être portée sur cette action.

L'hypochlorite de chaux employé au blanchiment doit être dissous dans l'eau. Souvent l'hypochlorite de chaux du commerce contient du chlorate de chaux qui s'attache aux tissus, et lorsqu'on les plonge dans un bain acide il se produit de l'acide chlorique qui altère les tissus, surtout aux points saillants et ouvragés.

La dissolution d'hypochlorite de chaux n'est pas toujours employée, dans les ateliers de blanchiment, au même degré de densité ; elle agit avec lenteur lorsqu'elle est étendue d'eau de manière à marquer 1° ou 2° à l'aréomètre ; mais alors elle présente l'avantage de ne pas altérer les tissus.

Lorsque la dissolution d'hypochlorite de chaux a pénétré intimement les tissus, on les expose à l'action de l'acide carbonique de l'air en les laissant étendus dans l'atelier sur des cailloux siliceux, ou bien on les plonge dans un bain acidulé d'acide sulfurique, ou mieux encore d'acide chlorhydrique : dans l'un et l'autre cas, l'acide hypochloreux est éliminé et il agit sur la matière colorante. Les tissus sont plongés ensuite dans un bain alcalin qui dissout la matière colorante que l'acide hypochloreux a modifiée. Cette opération peut être recommencée un certain nombre de fois, suivant le degré de blancheur qu'on désire obtenir, ou suivant le besoin des opérations de teinture subséquentes. Il ne faut point perdre de vue que le passage au chlore ne doit avoir lieu et ne peut produire d'effet utile que lorsque les opérations du lessivage sont complétement terminées, et que la fibre, déjà débarrassée des matières grasses et résineuses, ne contient plus que la matière colorante seule.

Tissus de laine. — On fait subir aux tissus écrus deux opérations, le *grillage* et le *dégorgeage*.

Le grillage s'exécute de la même manière que pour les tissus végétaux, mais à plusieurs reprises.

Le dégorgeage a pour but d'enlever à la laine la graisse et les autres impuretés dont elle peut être souillée, telles que les substances qui ont servi à encoller la chaîne. A cet effet, après avoir traité les pièces par l'eau bouillante pour faire disparaître le parement, on les manœuvre pendant vingt-cinq minutes dans un bain de carbonate de soude marquant 1°,5 à l'aréomètre et chauffé à 35°. On enlève ensuite au savon, à la main, les taches qui peuvent rester, puis on recommence le dégraissage au carbonate. Enfin on rince dans l'eau tiède.

Ce traitement est suffisant pour les pièces qui sont destinées à la teinture. Celles qui doivent servir à l'impression demandent à être non-seulement dégraissées et dégorgées, mais aussi blanchies. On leur fait donc subir une dernière opération qui porte le nom de *soufrage*.

Soufrage. — Le soufrage consiste à exposer les tissus humectés à l'action du gaz acide sulfureux produit par la combustion du soufre.

Le soufrage se pratique ordinairement en fabrique dans des chambres bien calfeutrées, de 5 mètres de côté sur 6 d'élévation; les tissus sont disposés avec soin pour que toutes leurs parties soient en contact avec le gaz. Du soufre brûlant dans des capsules est introduit dans ces chambres par des ouvertures pratiquées aux angles inférieurs de la pièce, et la combustion est entretenue au moyen d'ouvertures à clapet placées aux angles supérieurs du bâtiment, par lesquelles on renouvelle l'air.

On a proposé de substituer au gaz acide sulfureux une dissolution de cet acide dans l'eau, qui aurait l'avantage de ne pas laisser dans les pores de l'étoffe du gaz acide sulfureux qui se change, à la longue, en acide sulfurique et détermine l'altération et la décoloration de l'étoffe. Mais ce procédé, proposé il y a près d'un demi-siècle par Oreilly, n'a reçu encore aucune application.

On passe les petites pièces de laine et de soie au soufre, en les suspendant dans des paniers coniques entourés de toile et placés au-dessus de fourneaux dans lesquels on brûle de la fleur de soufre.

Décreusage, dégommage, cuite de la soie. — La soie, telle que l'animal la fournit, est soumise au dévidage, puis à la filature; mais comme elle contient environ un quart de son poids d'une matière cireuse qui la rend terne, la colore souvent en jaune et lui donne de la roideur, il faut, avant de la soumettre à la teinture, la débarrasser de cette substance en la traitant par les liqueurs alcalines.

Cette opération, que l'on nomme *décreusage de la soie*, est délicate et demande de grands soins, car si la liqueur était trop alcaline, la soie s'altérerait; aussi emploie-t-on généralement le savon, qui agit moins rapidement, il est vrai, que les alcalis libres, mais qui ne peut, comme ces derniers, dissoudre la soie ou en amoindrir la solidité.

Les quantités de savon employées varient suivant que la soie est jaune ou blanche. A Lyon, on fait bouillir pendant quatre heures 4 parties de soie jaune avec 1 partie de savon dissous dans l'eau; la soie écru-blanc est soumise à deux ébullitions, l'une de quinze minutes et l'autre de quatre heures. Dans chaque opération, on emploie 30 parties de savon pour 100 parties de soie.

Comme une aussi longue ébullition altère ordinairement la soie, on peut substituer à ce traitement, après une macération d'une demi-heure, une ébullition d'une heure dans 15 parties d'eau contenant une quantité de savon qui varie avec la teinte que l'on veut obtenir.

(M. Roard.)

Lorsque la soie écrue a été soumise aux opérations précédentes, on la plonge pendant dix à quinze minutes dans une eau contenant 15 grammes de carbonate de soude par pièce; on immerge les soies dans une eau légèrement acidulée d'acide sulfurique, et l'on termine en lavant la soie à l'eau chaude, puis à l'eau froide.

La soie ainsi préparée est en état de supporter les teintes foncées.

Le décreusage pour la soie sur laquelle on doit appliquer les couleurs claires se divise en deux opérations distinctes : le *dégommage* et la *cuite*.

Le dégommage s'exécute de la manière suivante. La soie écrue est mise dans des poches et plongée dans un bain d'eau de savon composée de telle sorte que la proportion de savon qui s'y trouve dissous soit à la proportion de la soie qu'on y introduit comme 1 est à 4. Ce bain, qui, au moment de l'immersion de la soie, doit accuser une température de 80° à 90°, est ensuite maintenu en ébullition pendant deux heures. Au bout de ce temps, on retire la soie des poches, et après l'avoir tordue à la cheville, on la soumet à la *cuite*.

Cette opération consiste à remettre la soie dans les poches et à la faire bouillir pendant deux heures avec la même quantité de savon.

Pour amener à l'état de blancheur parfaite les soies qui sont naturellement jaunes, on les passe dans un bain d'eau régale extrêmement étendue, ou, comme le pratique M. Guinon à Lyon, dans une eau additionnée d'un peu d'acide sulfurique nitreux. Dans les deux cas, on blanchit complétement la fibre, sans l'altérer en aucune façon.

Nous reproduisons textuellement un article publié sur le dégraissage, à l'occasion du blanchiment :

« Le dégraissage, le nettoyage à fond et la mise à neuf de toute espèce d'objet d'habillement, constituent une branche très-importante de l'art du teinturier dégraisseur. Il ne s'agit plus ici d'enlever telle ou telle tache sur une étoffe, il faut faire plus encore, il faut donner à telle ou telle pièce d'habillement le lustre qu'elle a perdu. Or, il va sans dire que les mêmes procédés ne sont pas indistinctement applicables à toutes les étoffes; chacune, au contraire, exige en quelque sorte une manutention à part et bien distincte. Les étoffes de coton, de chanvre et de lin, blanches ou de bon teint, se nettoient tout simplement dans un bain de savon, que l'on maintient à une douce chaleur après avoir enlevé les taches.

» Les étoffes de coton colorées se nettoient généralement de la même manière ; mais on les passe rapidement dans un bain d'eau de rivière, auquel on ajoute quelques pincées d'alun en poudre ou quelques gouttes d'acide acétique, sulfurique ou citrique, pour neutraliser l'action alcaline du savon ; on rince ensuite les étoffes à l'eau claire et on leur donne le lustrage et l'apprêt convenables. Les robes, fichus et autres objets d'indienne et de mousseline, guingamp, etc., sont nettoyés de la même manière, puis travaillés dans des baquets à fouler, rincés à grande eau, passés dans un bain saturé d'acide acétique, séchés, apprêtés à la colle de fécule, et lustrés. Les tulles et dentelles sont lavés dans plusieurs bains de savon, en ayant la précaution de les placer dans un sac de ca-

nevas pour ne point les tirailler ; puis on les soumet à l'action de la vapeur d'eau. Le crêpe noir est nettoyé dans le fiel de bœuf purifié et porté à la température de l'eau tiède. Les voiles, gazes, blondes et satins blancs sont macérés ordinairement dans un bain de savon blanc ; puis passés deux ou trois fois dans un autre bain très-chaud ; on les soumet ensuite à l'action du gaz sulfureux ; enfin on rince les étoffes dans une eau colorée par une dissolution de carmin, d'indigo et de cochenille pour les azurer; on les presse dans un sac à tordre, et on les fait sécher rapidement. On nettoie aussi le satin blanc au moyen de la craie en poudre très-fine. Ainsi, on place l'étoffe sur une table recouverte d'une couverture de laine, et on la saupoudre au fur et à mesure qu'on la nettoie, en la frottant avec une brosse de flanelle; au moyen de la mie de pain, on rend ensuite à l'étoffe la fraîcheur qu'elle a perdue.

» Les casimirs, les mérinos, les cachemires, les châles brodés, et généralement tous les tissus légers de laine, soie et coton, sont dégraissés tout simplement dans une décoction chaude de saponaire, puis drapés, calandrés ou passés à la presse à vis ; on termine les châles en frisant la frange encore humide avec un fer à dent légèrement chauffé.

» Les collets de velours et les parements d'habits se traitent de la même manière que les étoffes de soie ; mais lorsque la crasse est très-considérable, on la frotte rudement avec un gros linge enduit de beurre, d'huile, ou mieux encore d'ammoniaque liquide, et on lave à l'essence de térébenthine ou de citron. Pour relever les poils du velours, on en place l'envers sur une plaque de métal trouée comme une écumoire, et on l'expose ainsi à l'action d'un courant de vapeur d'eau ; on brosse en même temps les poils avec une brosse de chiendent.

» Pour remettre à neuf les chapeaux de peluche de soie pour homme, voici comment on procède. On fait dissoudre 2 à 3 parties de carbonate de soude du commerce dans 100 parties d'eau bouillante ; on passe rapidement la peluche dans ce bain à deux ou trois reprises différentes, et on la presse avec la main pour en extraire la plus grande partie de l'eau alcaline; on rince à l'eau claire, puis on presse dans un sac à tordre; on l'étire et l'on fait sécher à l'air libre après l'avoir étendue sur un châssis. Lorsque la peluche est sèche, on pose la carcasse ou galette du chapeau sur une forme ordinaire, et on l'enduit d'une couche légère de vernis à la gomme laque dissous dans l'alcool, puis on applique dessus la peluche que l'on y fait adhérer en passant un fer chaud ; il ne reste plus qu'à lustrer. Cet apprêt consiste à mettre le chapeau tout monté sur sa forme, sur une espèce de tour, et à le placer entre deux tampons de velours de laine; il se polit en tournant sur lui-même avec une vitesse extrême.

» Quant aux gants de peaux d'agneau ou de chevreau, il suffit, pour les nettoyer, d'imprégner d'un peu d'eau un morceau de flanelle qui ne soit pas trop claire et de la passer légèrement sur du savon en poudre, puis on frotte avec cette flanelle les doigts de gants, que l'on a eu la précau-

tion de tendre sur des bâtons faits exprès, et la saleté s'y attache immédiatement.

» Pour les chapeaux de paille, on commence par les débarrasser de toute espèce d'ornements, et lorsqu'ils sont tiquetés par suite de l'humidité, on les fait tremper pendant deux ou trois heures dans une eau acidulée avec l'acide oxalique ou le sel d'oseille. On les place ensuite dans des formes de bois blanc, puis on les pose à plat sur une table, et on les frotte partout avec une éponge imprégnée d'une légère dissolution de potasse marquant environ un degré; puis on repasse ces chapeaux à l'eau acidulée en frottant avec une éponge : pour détruire la teinte jaune de la paille, on leur fait prendre un bain de savon et on les expose ensuite au soufrage. Enfin, pour donner le dernier apprêt aux chapeaux, on les mouille bien uniformément avec une éponge imbibée d'un liquide tiède, formé de gélatine blanche, d'un peu d'alun et de savon blanc, et on les repasse avec un fer chaud, en mettant une feuille de papier entre la paille et le fer.

» Le damas, les levantines, les florences, les pékins, et généralement toutes les soieries délicates sont nettoyées à l'aide d'une éponge fine avec une composition chaude formée de savon gras, de fiel de bœuf, de miel et d'alcool, à peu près par portions égales, et modifiée par une suffisante quantité d'eau. Pour les étoffes de soie brodées en couleurs, on emploie la même composition avec moins de fiel de bœuf, qui ternit les couleurs; de plus, on substitue au savon gras le jaune d'œuf, qui éclaircit au contraire les couleurs.

» Pour rendre à l'or et à l'argent l'éclat et le brillant, il suffit de faire dissoudre dans de l'eau du savon blanc, de manière à en former une pâte épaisse, que l'on pose avec un pinceau sur les objets de cette nature (broderies, épaulettes ou autres); on la laisse sécher, et on l'enlève ensuite en frottant avec un petit pinceau de poils de sanglier.

» Pour un habit ou une redingote de drap, de casimir ou flanelle, etc., de couleur bon teint et foncée, quand les taches ont été enlevées par les procédés que nous avons précédemment indiqués, on mouille partout l'habit également, en le frottant rapidement dans les sens des poils, avec une brosse rude que l'on trempe dans du fiel de bœuf, ou mieux dans de l'ammoniaque liquide étendue de 8 à 12 parties d'eau tiède. Lorsqu'il est bien brossé et nettoyé, on le rince à l'eau claire et on le laisse égoutter. Cela fait, il s'agit de donner au drap l'apprêt et le brillant du neuf : pour cela, on fait bouillir de la graine de lin et un peu de bois d'Inde (ou toute autre matière colorante, selon le principe de la couleur de l'habit), jusqu'à ce que la composition file comme le blanc d'œuf et soit légèrement colorée. On passe cette composition au travers d'un linge pour la purifier, et, avec une brosse demi-rude, on l'étend uniformément et dans le sens du poil sur toutes les parties de l'habit. Cette opération terminée, avec les deux mains on étire bien le vêtement sur toutes les coutures, et on le fait sécher sur un demi-cerceau. Quand

il est sec, on pose dessus un linge bien propre, mouillé avec de l'eau de savon, et on le repasse avec un fer chaud ; alors, l'habit est lustré et apprêté à neuf. Lorsque quelques parties de l'habit sont trop usées, on fait rassortir la couleur du drap, et on les remplace par un morceau neuf ; puis avec le chardon à cardes, on fait sortir une partie du poil dont on recouvre les coutures. Lorsque quelques portions de l'habit sont couvertes d'une crasse épaisse, on les soumet préalablement à l'action de la vapeur d'eau pour amollir cette crasse et la disposer à se dissoudre plus facilement. »

Les parties les plus volatiles de l'huile de houille distillée soit seule, soit avec de l'acide sulfurique, sont employées depuis quelques années, sous le nom de *benzine*, pour dégraisser les étoffes.

Les tissus qui ont été blanchis sont destinés à recevoir une seule et même couleur sur toute l'étendue de leur surface, ou bien à être chargés de dessins à une ou plusieurs couleurs. Dans le premier cas, c'est à la *teinture* proprement dite qu'ils doivent être livrés ; dans le second cas, ils sont soumis à l'*impression*.

TEINTURE.

Toutes les opérations que l'on fait subir à une fibre textile ou à un tissu pour les teindre reposent sur le principe suivant :

Lorsqu'une matière colorante en dissolution passe sur un tissu ou sur une fibre textile, elle s'y arrête d'elle-même par une simple affinité, ou bien elle exige, pour s'y fixer, l'emploi d'un agent intermédiaire, nommé mordant, qui présente une certaine affinité pour le tissu et forme avec la matière colorante une combinaison insoluble.

Il est rare que l'affinité des matières colorantes pour les tissus soit assez grande pour que la combinaison résiste aux lavages ; aussi procède-t-on au mordançage afin de mettre l'étoffe en contact avec la matière colorante.

Mordants. — Le *mordant* est, comme nous l'avons dit, un agent qui doit avoir pour principales propriétés de former avec les matières colorantes et les tissus une combinaison qui soit le moins possible altérée par l'air, le soleil, l'eau pure ou l'eau de savon ; de ne pas abandonner un acide qui puisse attaquer les tissus ; d'être composé de manière que l'oxyde qui doit entrer en combinaison se sépare facilement de l'acide ; d'être incolore, lorsqu'il s'agit d'appliquer le mordant sur des étoffes auxquelles on veut donner des teintes qui tiennent de la couleur propre de la matière colorante, ou de ses modifications par les acides ou les alcalis.

Les mordants incolores les plus employés sont : l'alun, l'acétate d'alumine, les chlorures d'étain ; les mordants colorés sont : l'acétate, le sulfate de fer, la noix de galle, les sels de cuivre, de manganèse et de chrome.

L'alun est de tous les mordants celui dont on fait le plus d'usage ; voici comment on pratique l'*alunage* des différentes fibres textiles.

Alunage. — Pour opérer l'alunage, on élève ordinairement la température du bain dans lequel on plonge les tissus. La soie cependant doit être alunée à froid. Avant d'aluner la laine, et pour éviter qu'elle ne retienne quelques portions de matière grasse, on la fait bouillir pendant une heure dans de l'eau de son ; on la dégorge, puis on la maintient pendant deux heures à peu près, en la remuant fréquemment, dans une dissolution bouillante de 250 parties d'alun pour 8500 parties d'eau : on ajoute à l'alun de la crème de tartre qui agit sur le carbonate de chaux que l'eau tient en dissolution, et probablement aussi par voie de double décomposition en convertissant une partie de l'alun en tartrate d'alumine, dont la base abandonne plus facilement son acide que l'alun pour se combiner avec les fibres. La laine ainsi alunée doit être abandonnée pendant deux jours à elle-même pour favoriser la combinaison du mordant avec l'étoffe.

Ainsi que nous l'avons dit, l'alunage de la soie se fait à froid. La soie, maintenue pendant quinze ou seize heures dans une dissolution contenant 1/60e d'alun, est retirée au bout de ce temps et lavée avec soin. Ce bain peut servir plusieurs fois en ajoutant de temps en temps de l'alun pour remplacer celui qui est absorbé. Cependant, comme la soie abandonne dans cet alunage quelques portions de sa substance, il arrive un moment où le bain exhale une odeur putride, et alors il ne peut plus servir que pour l'alunage de couleurs foncées.

L'alunage du coton, du chanvre et du lin s'opère en plongeant ces tissus dans de l'eau tiède qui tient en dissolution 1 partie d'alun, saturé de carbonate de soude, pour 4 parties de tissu ; au bout de vingt-quatre heures, on retire les étoffes du bain pour les teindre et les laver à l'eau courante.

On emploie pour l'alunage assez généralement l'alun du commerce ; mais comme ce sel contient une certaine portion de fer, il ne peut convenir pour obtenir des teintes claires, telles que le jaune de gaude : on lui substitue alors l'alun de Rome ou tout autre alun dont la pureté aura été préalablement constatée.

Mordants d'alumine. — On prépare l'acétate d'alumine destiné au mordançage en décomposant l'alun par l'acétate de plomb ; les quantités de ce dernier sel que l'on doit employer pour cette décomposition sont variables. Il paraît que, dans différentes opérations de teinture, il importe que le mordant d'*acétate d'alumine* retienne une certaine quantité de sous-sulfate d'alumine dissous par l'acide acétique.

Comme on se sert de l'acétate de plomb pour produire des mordants

d'alumine, il importe que cet acétate soit exempt de cuivre et de fer ; les cristaux doivent être très-blancs : ils contiennent du cuivre ou du fer s'ils sont azurés ou chamois. Comme il importe de s'assurer de la pureté du sel de plomb pour certaines teintures délicates, M. Persoz conseille de traiter 10 grammes d'acétate de plomb, en dissolution très-concentrée, par 3 grammes d'acide sulfurique étendu de pareille quantité d'eau ; lorsque le sulfate de plomb est formé, on étend d'eau, on décante, on filtre et l'on fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité pour chasser l'acide acétique ; on essaye ensuite le résidu avec l'acide sulfhydrique et le cyanoferrure de potassium en observant les précautions ordinaires de l'analyse.

Pour la préparation de l'acétate d'alumine, on a substitué avec économie, dans beaucoup de circonstances, le pyrolignite de plomb à l'acétate de plomb ; on emploie aussi quelquefois l'acétate de soude.

Mordant d'étain. — Le protochlorure d'étain est surtout employé dans le mordançage en raison de l'affinité de sa base pour les tissus, qui est telle, que l'oxyde d'étain se substitue en presque totalité à l'alumine contenue dans une laque alumineuse déjà fixée sur une étoffe ; cette affinité est d'autant plus forte que le protochlorure est décomposé par l'eau en sel acide soluble et en sel basique qui se combine avec le tissu. Pour éviter l'altération que fait éprouver aux étoffes, et surtout au coton, l'acide chlorhydrique mis en liberté dans cette décomposition, M. Persoz a proposé d'employer un acétate alcalin qui fonctionne à la manière d'une base.

Le bichlorure d'étain sert surtout à fixer sur les tissus la couleur écarlate de la cochenille et quelques couleurs de garance ; il est employé dans les applications des couleurs sur les tissus, et surtout de celles qui s'opèrent à la vapeur.

Mordant de fer. — On fait un grand usage comme mordant, pour les teintures foncées, de l'acétate de fer, dont la base, comme l'alumine, abandonne assez facilement l'acide pour se combiner avec les tissus. Ce sel peut être préparé, comme l'acétate d'alumine, au moyen du sulfate de fer et de l'acétate de plomb ; mais on l'obtient généralement en faisant agir directement l'acide acétique sur de vieilles ferrailles placées dans des tonneaux.

Mordants organiques. — Beaucoup de matières colorantes qui ne forment point de laques avec les oxydes métalliques, notamment les couleurs artificielles dérivées de l'aniline et de l'acide phénique, se combinent avec une grande facilité avec la soie et la laine, tandis qu'elles ne présentent aucune affinité pour le coton.

Pour rendre cette dernière fibre apte à prendre la couleur, on est obligé de la charger d'abord de mordants organiques particuliers. Le plus souvent on *animalise* le coton, c'est-à-dire qu'on le foularde dans une solution d'albumine et qu'on le soumet ensuite au vaporisage. D'autres fois on a recours à une solution de gluten dans la soude caustique,

au tannin, ou au mordant huileux. On prépare ce mordant en faisant réagir sur deux parties d'une huile grasse, 1/2 partie d'acide sulfurique concentré. On dissout le produit dans 8 parties d'alcool, et on l'ajoute à un bain aqueux dans lequel on manœuvre le coton à la température de 40°.

Le tissu est retiré et séché, sans avoir subi de lavage.

Il existe encore plusieurs autres mordants, tels que le savon et certains acides.

L'opération de la teinture se fait ordinairement en plongeant les fibres textiles mordancées dans une dissolution de matière colorante dont la température est élevée graduellement, ou portée à l'ébullition, et en les y laissant pendant un certain temps.

Lorsque la matière colorante est insoluble dans l'eau, on la combine avec un agent chimique qui la dissout. Dans cet état, elle peut pénétrer dans l'intérieur des fibres, et, en faisant intervenir un corps qui dégage la matière colorante de sa combinaison, elle reprend l'état solide, et se fixe dans l'intérieur du tissu, dans lequel elle avait pénétré à l'état de dissolution; il est possible pourtant qu'en devenant gélatineuse, la matière colorante ait une légère affinité pour l'étoffe, et se fixe en petite quantité à sa surface (indigotine de cuve, carthamine).

D'autres fois, on a recours à des dissolvants particuliers qui abandonnent ensuite la matière colorante, dont l'affinité pour le tissu surmonte alors la force de dissolution du liquide (matière colorante de l'orcanette, orcanine; matière colorante de l'orseille, orcéine; matière colorante du roucou, bixine).

Dans le cas le plus simple, les matières colorantes se dissolvent dans l'eau, et se fixent sur les tissus lorsqu'on élève la température du bain (racine de noyer, brou de noix, etc.).

La teinture des fibres textiles peut s'opérer sur les fibres, soit directement, soit après les avoir converties en fils ou en tissus; mais l'action mécanique qu'elles ont subie dans cette conversion les rend bien moins propres à la teinture; leur couleur est moins riche et moins solide, et dans le commerce, on fait une grande différence entre les étoffes teintes en fibres et celles teintes en pièces.

Il reste à faire connaître les procédés qui sont employés pour obtenir les trois couleurs primitives qui sont : le rouge, le jaune et le bleu, ainsi que les couleurs binaires : l'orangé, le vert et le violet; celles qui pourraient contenir les trois couleurs primitives en diverses proportions, ou les couleurs dites *rabattues*; enfin, le noir et ses dégradations, ou le gris.

TEINTURE EN ROUGE.

Pour obtenir la couleur rouge, on se sert principalement de la

garance, de la cochenille, des bois de Brésil et de santal, et de la fuchsine.

Garançage. — La teinture en rouge sur lin et sur coton, au moyen de la garance, consiste à plonger une étoffe mordancée dans un bain de garance : la force du mordant, le temps d'immersion, la température, la quantité de garance, varient suivant les teintes qu'on veut obtenir. Il est indispensable d'élever la température du bain très-graduellement jusqu'à l'ébullition ; car si l'on faisait bouillir le bain immédiatement, il serait impossible de teindre d'une manière régulière.

La garance, pour donner une teinte vive et solide, doit contenir, suivant M. Persoz, une certaine quantité de craie ; si elle a été récoltée sur un terrain siliceux, comme la garance d'Alsace, on doit en ajouter au bain, à moins que l'eau n'en contienne une certaine proportion. Cette addition doit être faite avec précaution ; un trop grand excès de craie enlèverait au bain une portion de sa matière colorante, en affaiblissant son pouvoir tinctorial. On fait usage, dans beaucoup de fabriques, d'eau distillée obtenue au moyen de la condensation de la vapeur des machines.

Le garançage sur laine réclame toutes les précautions que nous venons d'indiquer pour obtenir un beau rouge franc.

On y procède au moyen de deux opérations. L'une, appelée *bouillon*, a pour but de mordancer l'étoffe, qu'on fait bouillir à cet effet pendant trois heures dans un bain contenant pour 100 kilogrammes de laine, 25 kilogrammes d'alun et 6 kilogrammes de tartre, et qu'on laisse séjourner pendant sept ou huit jours dans un endroit humide et fermé, après l'avoir retirée du bain.

L'autre, désignée sous le nom de *rougie*, s'opère en plongeant l'étoffe dans un bain contenant 50 parties de garance d'Avignon pour 100 de laine. Cette opération exige toute l'activité et l'attention de l'ouvrier pour présenter presque au même moment toutes les parties de l'étoffe au bain de garance et éviter les vergetures. Il faut s'arrêter au moment où le bain va entrer en ébullition pour éviter la fixation du principe jaune de la garance ; on termine en lavant soigneusement l'étoffe sortant du garançage. Suivant M. Dumas, on obtient une couleur rouge plus vive et plus brillante en ajoutant au bain de garance quelques kilogrammes de composition écarlate.

Rouge d'Andrinople. — C'est avec la garance qu'on obtient le *rouge turc* ou d'*Andrinople*. Les tissus sont plongés dans un *bain blanc :* ce bain, composé d'huile d'olive, d'eau et de carbonate de soude, dans la proportion de 2 parties de ce sel pour 100 d'huile, doit laisser, sous l'influence de la chaleur, à la surface de la toile, une huile modifiée qui présente la propriété d'*attirer* en teinture à la façon d'un mordant. Lorsque le tissu a été convenablement foulardé dans le bain, on le laisse reposer pendant dix à douze heures, puis on le met sécher à une température de 60° ; on réitère cette opération deux ou trois fois, et l'on

termine en dégraissant le tissu au moyen d'une dissolution de carbonate de potasse à 2°.

Le tissu doit ensuite être soumis à l'engallage ou mordançage, qu'on effectue avec une décoction de noix de galle et une dissolution d'alun portées à la température de 70°; on le plonge ensuite dans un bain de craie chauffé.

Amené à ce point, le tissu est soumis à un premier garançage, auquel on procède en le plongeant dans un bain de garance tiède, où on le maintient durant trois heures; pendant le dernier quart d'heure seulement, le bain doit être bouillant. On retire l'étoffe et on la lave soigneusement.

On la soumet ensuite à un second engallage ou alunage, à l'action d'un second bain de craie et de garance, puis on procède aux *avivages*. Le premier avivage est donné aux tissus au moyen d'une ébullition en vase clos, pendant huit heures, dans un bain qui tient en dissolution du savon et du carbonate de potasse, en quantité égale au quart du poids du savon: dans le second et le troisième avivage, on substitue le chlorure d'étain au carbonate de potasse, et enfin on termine en passant l'étoffe au bain de son et en l'exposant à l'air.

Ecarlate. — Cette couleur rouge est donnée aux tissus par la cochenille.

Avant d'exposer le procédé qu'on emploie pour teindre une étoffe en écarlate, nous donnerons le moyen dont on se sert pour préparer le mordant spécial de cette couleur. Ce mordant est un composé de chlore et d'étain, combiné ou mélangé à d'autres sels dont la composition varie suivant le procédé de fabrication. On emploie les proportions suivantes :

	kil.
Acide azotique	4,000
Chlorhydrate d'ammoniaque pulvérisé	0,500
Étain pur laminé	0,500
Eau	1,000

On verse l'acide azotique sur le chlorhydrate d'ammoniaque réduit en poudre et l'on ajoute l'étain par petites portions, pour éviter l'élévation de température de la liqueur; puis on verse l'eau lorsque la dissolution est complète.

Le bichlorure d'étain est la base de cette préparation. Cependant on ne peut nier que les autres sels, et l'excès d'acide non saturé, n'agissent également sur la matière colorante de la cochenille employée pour faire l'écarlate.

Voici le procédé employé pour obtenir cette belle couleur :

Les fils de laine sont mis en macération pendant deux jours dans un lait de chaux contenant une quantité de chaux vive égale au quart environ du poids de la laine, et 200 litres d'eau. Ces fils sont retournés de temps en temps, puis retirés et lavés.

On procède ensuite à la première opération appelée *bouillon*.

Dans une chaudière d'étain de 500 litres, on met, lorsque l'eau est portée à l'ébullition, 2^{kil},500 de crème de tartre en poudre, puis environ 0^{kil},100 de cochenille. On fait bouillir quelques minutes, et l'on ajoute 1^{kil},250 de la dissolution d'étain décrite plus haut. Enfin on y plonge 10 kilogrammes de fils de laine qui sont maintenus dans le bain au moyen de bâtons placés dans les écheveaux et dont les deux bouts s'appuient sur les bords de la chaudière. Une partie des fils restent donc hors du bain, ce qui produirait des inégalités de fixage sur l'étoffe, si l'on ne les retournait pas souvent bout pour bout : ce qui s'appelle *lisser*. Les bâtons portent le nom de *lissoirs*.

Après une heure ou deux, on enlève la laine et l'on fait un nouveau bain appelé *rougie*, qui est porté à l'ébullition; on y ajoute 0^{kil},500 de cochenille réduite en poudre et 0^{kil},500 de dissolution d'écarlate. On y passe la laine jusqu'à ce qu'elle soit d'une belle couleur, et que le bain soit *tiré*, c'est-à-dire jusqu'à ce que la matière colorante qui y était dissoute soit entièrement fixée sur l'étoffe. On retire ensuite le tissu, on le laisse refroidir; on le lave et on le sèche.

Parmi les diverses matières fixées comme mordants sur l'étoffe, l'acide stannique joue le principal rôle, sa combinaison avec la carmine étant d'un beau rouge vif. Les acides tartrique, chlorhydrique et azotique donnent à cette couleur une nuance jaune que le lavage à l'eau peut modifier.

On peut faire l'écarlate avec un seul bain; mais, dans ce cas, la couleur n'a pas cette nuance violacée qui semble glacer le fond rouge vif, et lui donne un aspect remarquable.

On obtient des modifications de l'écarlate, le *ponceau*, les *nacarats* et les *cerises*, en faisant entrer dans les bains du curcuma, du bois de Brésil ou de la cochenille ammoniacale.

Rouge de Brésil. — On obtient encore une belle couleur rouge au moyen du *bois de Brésil*. Le procédé pour teindre en rouge avec ce bois est le même que celui de la garance; mais le rouge qui se produit est détruit par un acide et vire à l'amarante par l'action des alcalis.

Les couleurs données par le bois de Brésil sont surtout employées sur soie; elles sont peu stables.

TEINTURE EN BLEU.

Bleu d'indigo. — L'indigo est une des substances employées pour produire la couleur bleue. D'après ce que nous avons indiqué sur la nécessité de rendre solubles les matières colorantes, pour qu'elles entrent en combinaison avec les fibres textiles, on doit concevoir que l'indigo, étant tout à fait insoluble, doit subir une modification pour être employé dans la teinture. Nous avons dit que ce corps peut, en s'hydrogénant en présence des bases, passer à l'état d'indigo blanc soluble dans les alcalis,

et redevenir indigo bleu par son contact avec l'air ou avec d'autres corps, tels que le chlore, qui lui enlèvent de l'hydrogène. C'est sur ce principe qu'est basé l'art de *monter les cuves* dans lesquelles on plonge les tissus destinés à recevoir le bleu d'indigo.

La cuve *vitriolique* est composée de 400 litres d'eau, 20 kilogrammes d'indigo, 16 kilogrammes de protosulfate de fer et 20 kilogrammes de chaux éteinte. Le sel ferreux est décomposé par la chaux ; il abandonne son oxyde, qui passe à l'état de peroxyde en décomposant l'eau, tandis que l'hydrogène de celle-ci se porte sur l'indigo; ce dernier, amené à l'état d'indigo blanc, se combine avec la chaux et forme une espèce de combinaison saline soluble.

Pour procéder à cette opération, on réduit l'indigo en poudre impalpable ; on éteint soigneusement la chaux et l'on dissout à l'avance le sulfate de fer; ces substances sont projetées dans la cuve dont on élève la température au moyen d'un jet de vapeur.

Dans certaines fabriques, on brasse vivement ce bain pour faciliter l'action chimique et déterminer la précipitation du sulfate de chaux. M. Persoz pense qu'on arrive plus promptement au but par l'intervention de la chaleur, qui prévient l'introduction de l'air dans la cuve, et, par suite, la précipitation de l'indigo.

L'opération est terminée au bout de dix à douze heures; vingt-quatre heures après, le sulfate de chaux et l'excès d'oxyde de fer sont précipités : la liqueur qui les surnage est claire, d'un beau jaune, et, si on la laisse exposée à l'air, elle ne tarde pas à se couvrir d'une pellicule à reflets cuivrés d'indigotine régénérée, appelée *fleurée*. Dans cet état, la cuve est disposée pour la teinture. On doit, si l'on ne s'en sert pas tout de suite, la tenir à l'abri du contact de l'air, et, à mesure qu'on en fait usage, il faut la *nourrir* par l'addition de nouvelles substances destinées à remplacer celles que la teinture a absorbées ou modifiées. Les matières destinées à hydrogéner et à dissoudre l'indigotine portent le nom de *breuet ;* il devient nécessaire de les ajouter aux cuves qui ont été aérées par le travail de la teinture, afin de désoxyder et de dissoudre de nouveau l'indigotine précipitée.

Dans un atelier de teinture, on élève plusieurs cuves à différents degrés de force, de manière à faire passer les tissus successivement dans chacune d'elles, suivant la teinte que l'on veut obtenir.

Après chaque immersion dans la cuve, on expose le tissu à l'air ou dans une eau aérée, pour que l'indigo blanc puisse absorber l'oxygène, et l'on réitère la trempe jusqu'à ce qu'on ait obtenu la teinte qu'on recherche. Il est important de nettoyer les tissus après chaque cuvage, en les trempant dans une dissolution très-légère de savon ou de carbonate de soude, et de les faire sécher à l'ombre pour préserver l'indigo de l'influence solaire.

Les étoffes de laine, avant de passer à la cuve d'indigo, doivent être dépouillées d'une certaine quantité de matière grasse qui empêcherait la

fixation de l'indigotine. On les fait bouillir dans un sac de toile avec du son, dont la quantité est égale au quart du poids de la laine. Au bout d'un quart d'heure, on retire les laines qui sont lissées et on les plonge pendant une heure environ dans ce bain; elles sont ensuite retirées, lavées et alunées. Cette opération est nommée *éblouissage*.

Pour la teinture de la laine en bleu, on procède autrement que pour le lin et le coton. L'hydrogénation de l'indigo s'opère au moyen de substances organiques végétales hydrogénées, telles que le pastel, la vouède et la garance; de là les noms de *cuves de pastel, de vouède*, etc.

Cuve de pastel. — Pour monter une cuve de pastel, on introduit dans une cuve de la garance, du son et de la chaux; après quelque temps d'ébullition, on ajoute le pastel, puis on *pallie* la cuve, en la remuant avec un *râble*.

Au bout de quatre heures, on pallie de nouveau, en ayant le soin, dans les intervalles, de maintenir, au moyen de couvertures épaisses, la cuve à l'abri du contact de l'air. Le bain, pendant quelque temps, ne se fait remarquer que par sa couleur brune et par l'odeur que lui ont communiquée les substances dont il se compose. On continue de pallier toutes les trois heures à peu près, et, au bout de vingt à vingt-quatre heures, une odeur ammoniacale se développe, la liqueur devient jaune et à la surface se manifestent des bulles, il se produit en même temps une couleur bleue qui annonce l'oxygénation de l'indigo du pastel. C'est dans ce moment qu'on verse l'indigo convenablement broyé dans le bain, dont les éléments entrés en fermentation peuvent fournir à l'indigo l'hydrogène qui le transforme en indigo blanc, tandis que la chaux et l'ammoniaque, que le bain peut encore contenir, le font entrer en dissolution. Après trois heures de séjour de l'indigo dans la cuve, on ajoute une quantité de chaux à peu près égale à la première, on pallie et on laisse la cuve en repos pendant trois heures.

On remarque alors à la surface du bain une pellicule cuivrée abondante; la liqueur a un aspect rouge prononcé; sa transparence accuse un vert-émeraude qui disparaît pour faire place à la couleur bleue. L'odeur de la cuve est fortement ammoniacale; dans ce cas, elle est légèrement *rebutée*, et c'est alors qu'on y plonge pendant une heure les étoffes disposées pour recevoir la teinture; on les retire ensuite pour les exposer à l'air (*éventer*). On reproduit, suivant le besoin, cette immersion qui donne à chaque fois une teinte plus foncée, dont on peut atteindre les limites appelées *bleu d'enfer*.

On suit pour la *cuve de vouède* les mêmes procédés que pour la cuve de pastel; on attribue aux tissus teints dans la première cuve plus de brillant que ceux teints dans la cuve au pastel, et à celle-ci, plus de durée qu'à la cuve de vouède.

On appelle *cuve d'Inde* celle pour laquelle on emploie des cendres gravelées (carbonate de potasse), de la garance, du son et de l'indigo. Après avoir fait bouillir pendant deux heures le son et la garance, on

ajoute les cendres gravelées qui doivent encore supporter une ébullition d'une heure et demie; puis enfin, l'indigo broyé et délayé dans l'eau de la cuve ou dans une dissolution alcaline à 6°. On maintient la cuve fermée à une douce température; on pallie toutes les huit heures jusqu'à ce que la liqueur ait acquis une belle couleur jaune, et présente à sa surface cette écume bleue cuivrée dont nous avons déjà parlé.

La cuve d'Inde dure moins longtemps que celle de pastel; on est souvent obligé de la reprendre et d'y ajouter du son, de la garance et de l'alcali pour réduire l'indigo qui s'est précipité, tandis qu'une cuve de pastel bien dirigée peut durer plusieurs mois, en y teignant matin et soir.

Les bleus de cuve sont quelquefois remontés par des matières colorantes autres que l'indigo, c'est-à-dire que l'on avive leur couleur ou qu'on la fonce dans un but d'économie.

L'orseille donne au bleu de cuve une nuance violette qui lui est très-favorable.

Le bois de santal est également employé, mais il durcit beaucoup la laine.

Le bois de Campêche, qui donne avec les sels de cuivre un composé bleu insoluble, augmente l'intensité du ton des bleus faits à la cuve, et permet d'économiser l'indigo; mais, comme ce composé n'est pas bon teint, il ne tarde pas à se détruire et à altérer la pureté de la nuance de l'indigotine.

Bleu au bleu de Prusse. — L'indigo n'est pas la seule substance dont on se serve en teinture pour obtenir les couleurs bleues; pour la teinture de la laine, de la soie et du coton, on fait usage du bleu de Prusse qu'on forme sur la fibre par différents procédés.

Les soies en écheveaux doivent être d'abord bien dégorgées de leur savon de cuite par plusieurs rinçages et battages; elles sont tordues et plongées à froid dans un bain dans lequel on a versé une dissolution de sulfate de peroxyde de fer; elles y sont lissées de cinq en cinq minutes, pendant les premiers temps de leur immersion, pour que l'absorption du sel de fer se fasse uniformément. (M. Chevreul.)

On sort ensuite les écheveaux du bain, on les exprime et on les lave avec soin dans une grande quantité d'eau. On fait ensuite un bain dans lequel on met $\frac{1}{800}$ de cyanoferrure de potassium, et lorsque le sel est dissous, on y plonge les fils en employant les mêmes manipulations que ci-dessus. La soie prend d'abord une teinte d'un vert sale; puis, au bout d'une heure, on enlève les écheveaux et l'on verse dans le bain environ $\frac{1}{50}$ d'acide chlorhydrique pur.

On mélange et l'on replonge les soies qui prennent rapidement une belle nuance bleue; on lisse environ pendant deux heures; on lave, on tord à la main, puis à la cheville, et, lorsqu'on ne fait pas subir à ces couleurs de nouveaux bains, on sèche.

On avive ces bleus, qui peuvent être trop verdâtres, en les laissant macérer plus ou moins longtemps dans l'eau. Une certaine quantité de

cyanoferrure de potassium qui verdissait la nuance s'en sépare par dissolution.

Des eaux dites crues, calcaires ou légèrement alcalines, augmentent l'intensité de la teinture; enfin une très-légère solution de carbonate d'ammoniaque produit un ton violacé, qui peut nuire à la couleur en la rendant trop ardoisée, si l'on exagère les proportions.

Une exposition à l'air pendant quelques jours embellit les bleus simplement lavés.

En ajoutant dans le bain de sel de fer au maximum une certaine quantité de protochlorure d'étain, les bleus prennent une très-belle nuance. Le cyanoferride de potassium et le perchlorure de fer donnent de magnifiques couleurs. C'est ainsi qu'on obtient une belle teinte connue sous le nom de *bleu Raymond*.

On n'emploie pas le mordant ferrugineux pour la teinte des laines : on plonge l'étoffe dans un bain de cyanoferrure de potassium qui contient une certaine proportion d'acide tartrique, de chlorure d'étain et de sel marin; au moyen d'une élévation de température, le cyanoferrure passe à l'état de bleu de Prusse, qui se fixe sur l'étoffe avec l'oxyde d'étain.

Pour teindre les mérinos en *bleu de France*, on peut employer encore le procédé suivant. Le bain est composé de cyanoferride de potassium, d'acide sulfurique et d'alun. La pièce est déposée sur un tourniquet, de manière à recevoir alternativement pendant trois heures l'action du bain et de l'air à une température commençant à 35° pour être élevée au bout de la dernière heure à 100°. C'est à ce moment qu'on ajoute au bain une certaine proportion de protochlorure d'étain. L'étoffe teinte doit être lissée jusqu'à ce qu'elle soit froide, puis on l'avive, après le lavage, dans un bain d'alun, d'acide sulfurique et d'étain.

Bleu de Campêche. — Le bois de Campêche, dans lequel M. Chevreul a découvert l'*hématine*, fournit aussi une couleur bleue qu'on applique sur le coton, la soie et la laine, mais qui est considérée comme de *petit teint*. La fixité de la couleur bleue du campêche dépend surtout, quant au coton, de la nature des mordants, qui sont alumineux ou ferreux.

Pour teindre sur laine au bois de Campêche, on fait bouillir légèrement l'étoffe pendant une heure et demie dans un bain de tartre et d'alun, puis on verse dans ce bain une décoction de campêche, dont on détermine la fixation sur le tissu au moyen d'une quantité convenable de sulfate de cuivre, qui a la propriété de former, avec le bois de Campêche, un précipité bleu.

Indépendamment de cette teinture bleue faux teint, on teint encore la laine en demi bon teint : on commence par donner à l'étoffe un fond d'indigo bleu de ciel, qu'on retire avec la couleur bleue du campêche, et l'on avive au moyen d'un bain contenant du chlorure d'étain, de l'alun et du tartre rouge; quelquefois on substitue le sulfate de cuivre

au chlorure, mais l'avivage précédent est plus expéditif et donne des nuances plus vives.

Pour obtenir de beaux bleus sur soie et sur laine, on a recours au *carmin d'indigo*, au *bleu de Lyon* et à l'*azuline*.

TEINTURE EN JAUNE.

Pour produire la couleur jaune, on emploie le plus ordinairement la gaude, le quercitron, le bois jaune, le fustet, la graine de Perse, le chromate de plomb, l'acide picrique.

La gaude (*Reseda luteola*) est plus souvent employée que les autres substances tinctoriales jaunes, parce qu'elle supporte plus facilement l'action des alcalis sans passer au rouge terne et sans s'altérer ; elle donne aussi une couleur dorée fraîche, qui n'a pas la fixité des couleurs produites par la garance et l'indigo, mais qui supporte l'action de l'air plus longtemps que les jaunes obtenus à l'aide des autres substances tinctoriales. La gaude est appliquée à la teinture du coton, de la laine et de la soie. Pour la teinture du coton, on mordance avec de l'acétate d'alumine ; pour les autres fibres, on emploie l'alun et le tartre rouge.

Les jaunes sur laine s'obtiennent en faisant bouillir rapidement la gaude pendant vingt minutes environ dans l'eau, qui dissout la matière colorante. On retire de l'eau les bottes de gaude, puis on emploie de la laine préparée à la chaux et mordancée, comme nous l'avons dit, avec un quart d'alun et une moindre proportion de tartre. On obtient ainsi des jaunes vifs et solides.

Jaune au quercitron. — La décoction de quercitron (*Quercus nigra*) sert à produire sur des tissus de laine et de coton, préalablement mordancés avec le chlorure d'étain et l'alun, une teinte jaune qui se dégrade assez facilement en passant au roux; cette couleur s'applique aussi à la vapeur, en épaississant avec la gomme arabique une décoction de quercitron alunée.

Jaune au bois jaune (*Morus tinctoria*). — Le bois jaune, dont on fait un grand usage en teinture pour obtenir des teintes composées, ne donne pas des résultats satisfaisants, quant à la couleur jaune, en raison de la réaction que lui font subir les alcalis.

Le bois jaune contient une proportion de tannin telle, qu'on se dispense de mordancer les étoffes de laine que l'on se propose de teindre avec le bois jaune, en raison de l'action chimique qu'exerce le tannin sur l'étoffe et la matière colorante.

On ne doit se servir de cette matière colorante que pour des couleurs composées, à cause de sa facilité à prendre une teinte rousse à l'air. Le bois jaune sert à faire des verts et est employé dans les noirs.

Jaune au fustet. — La partie ligneuse du *Rhus cotinus* est en très-grand usage dans les fabriques d'indiennes ; sa matière colorante se rapproche beaucoup des deux précédentes, mais elle en diffère essen-

tiellement par sa propriété de former un beau pourpre avec les alcalis et de précipiter en rouge orangé par les acétates de cuivre et de plomb.

Jaune au chromate.—Pour appliquer le chromate de plomb sur les tissus, il suffit de plonger pendant un quart d'heure une étoffe dans une solution faible de sous-acétate de plomb à 55° ou 60°, de la laver avec soin et de l'immerger dans une dissolution de chromate de potasse peu concentrée; au bout de dix minutes, l'étoffe est teinte en jaune. Si l'on plonge ces étoffes teintes dans une dissolution d'acide acétique, elles perdent tout ce que leur couleur avait d'incertain pour acquérir une nuance très-belle de jaune-citron.

Comme on fait maintenant un grand usage de ce procédé de teinture, on l'a varié en substituant l'acétate neutre ou l'azotate de plomb au sous-acétate; on obtient ainsi immédiatement une belle couleur bouton-d'or.

Si l'on passe ces étoffes teintes au chromate de plomb dans une eau de chaux, on obtient un sous-chromate de plomb qui a une couleur orangée.

On emploie enfin l'acide picrique pour la teinture de la soie et quelquefois de la laine.

L'art de la teinture serait bien restreint s'il n'avait pour objet que l'application des trois couleurs que nous venons d'étudier; mais indépendamment de leur dégradation, on obtient par leur combinaison des couleurs composées, remarquables par la variété et le brillant de leurs teintes.

COULEURS COMPOSÉES DE BLEU ET DE ROUGE.

Cramoisi. — Bien que l'on n'emploie pas de bleu pour obtenir le cramoisi en teinture, la nuance rouge bleuâtre de cette couleur doit la faire placer parmi celles qui tirent sur le violet. Les laines préparées à la chaux mordancées avec un quart de leur poids d'alun et un huitième de tartre, sont lavées et plongées dans un bain bouillant auquel on a ajouté un vingtième du poids de la laine de cochenille pulvérisée, et un peu de tartre pour faciliter la dissolution de la matière colorante. On lisse les étoffes jusqu'à ce qu'elles aient acquis le ton désiré.

L'*amarante* participe moins du rouge que le cramoisi; c'est en effet en combinant le rouge avec une plus grande proportion de bleu qu'on l'obtient: on emploie ordinairement un bain de campêche mordancé à l'alun, au tartre et au chlorure d'étain; on termine par un lavage dans un bain de cochenille.

Le *violet* résulte de la combinaison du rouge et du bleu de campêche: on commence par teindre en bleu les tissus, puis on les passe successivement dans deux bains de cochenille mordancés avec l'alun et le tartre.

Aujourd'hui on fait presque exclusivement usage des violets d'aniline.

C'est en modifiant les proportions de bleu et de rouge qu'on obtient les couleurs composées : *lie-de-vin*, *lilas*, *gris-lapis*, *fleur-de-pensée* et *pourpre*.

COULEURS COMPOSÉES DE JAUNE ET DE BLEU.

Les verts peuvent se faire en deux fois, ou en une seule opération. On les obtient toujours par le mélange du bleu et du jaune purs.

Si le premier tirait sur le violet et le second sur l'orangé, on n'obtiendrait qu'un vert rabattu, c'est-à-dire dont la vivacité et la fraîcheur ne seraient pas les plus grandes possibles : il suit de là que toute couleur contenant du rouge et qui entre dans la composition du vert doit en altérer la pureté.

On peut teindre en vert au moyen d'un bain de bleu plus ou moins foncé, d'un alunage et d'un autre bain en jaune de gaude.

La teinture en un seul bain consiste à aluner, puis à teindre dans un bain contenant une décoction de bois jaune à laquelle on a ajouté du carmin d'indigo.

Les laines qui doivent être teintes en vert dans un seul bain sont préparées au carbonate de soude. On les passe pendant une heure ou une heure et demie dans un bain à 75° ou 80°, contenant en carbonate de soude le quart du poids de la laine. Il ne faudrait pas que la température s'élevât jusqu'à l'ébullition, à cause de l'action dissolvante que les alcalis exercent sur la laine. On retire les écheveaux, on les laisse refroidir, on les lave, puis on les alune pour les teindre.

Le *vert-dragon*, qui est considéré comme le point de départ de la nuance verte, s'obtient en plongeant les tissus de laine dans une cuve de bleu; la pièce bien lavée est plongée ensuite dans une décoction de bois jaune mordancée à l'alun et au tartre, dans laquelle, après l'addition d'une très-légère portion de bleu de Saxe, elle doit bouillir pendant trois heures; on termine cette opération en mettant la pièce dans un bain de campêche qui lui donne la nuance vert-dragon. Cette nuance est encore plus belle lorsqu'on ajoute au bain une petite quantité de sulfate de cuivre ou de protosulfate de fer.

Le *vert de Saxe* diffère du précédent par une couleur plus claire et plus brillante. On l'obtient en plongeant le tissu dans un bain mordancé à l'alun et au tartre, dans lequel on a fait bouillir pendant un quart d'heure une quantité de bois jaune dans le rapport de 500 grammes par pièce; ce bain reçoit ensuite un peu de composition de Saxe qui le teint légèrement en vert. L'étoffe doit être maniée vivement, pour la répartition égale de la couleur, et maintenue pendant deux heures dans le bain porté à l'ébullition; on termine en plongeant les tissus dans un second bain pareil au premier, mais dans lequel on a fait entrer trois fois plus de bois jaune.

Ainsi, toutes les nuances de vert peuvent être obtenues avec le bois jaune et le bleu de Saxe, qui est une dissolution de 10 parties d'indigo dans 60 parties d'acide sulfurique.

COULEURS OBTENUES PAR LE MÉLANGE DU ROUGE, DU JAUNE ET DU BLEU.

Par le mélange de ces trois couleurs primitives, on réalise des nuances qui peuvent être classées en raison de la couleur primitive dominante. Ainsi le jaune produira le *bronze*, l'*olive* et les nuances diverses qui en découlent.

On obtient le *bronze* en plongeant la laine dans un bain de gaude, de bois jaune, d'alun et de tartre, qu'on maintient en ébullition pendant trois heures: la laine est retirée de ce bain et portée à la cave où on la laisse pendant six jours; on la lave, on lui donne le fond de jaune et de rouge au moyen d'un bain dans lequel entrent une nouvelle proportion de gaude et de la garance; on réitère le lavage et l'on plonge la laine dans une cuve de bleu.

L'*olive* exige que la laine reçoive d'abord un fond de bleu, puis on la soumet pendant quatre heures à l'ébullition dans un bain contenant de l'alun, du sumac, du bois jaune, de la suie et du campêche; après l'avoir retirée du bain, on y ajoute une petite proportion de protosulfate de fer et l'on replonge de nouveau le tissu dans le bain. On obtient par les mêmes procédés, le *vert de myrte*, le *réséda*, la *noisette* et d'autres nuances dans lesquelles le jaune domine.

Le *marron* participe surtout de la couleur rouge. On obtient cette nuance en préparant un bain de gaude et de bois jaune mordancé avec l'alun et la crème de tartre: après une ébullition de trois heures dans ce bain, l'étoffe est portée à la cave pour y rester huit jours; on lave et l'on garance l'étoffe avec une légère ébullition; la laine est ensuite passée à une cuve de bleu, d'où on la retire lorsqu'elle est suffisamment nuancée. Pour obtenir une nuance plus foncée, on ajoute au bain, après le garançage, du campêche, du sumac, du sulfate de protoxyde de fer, et l'on y maintient la laine à l'ébullition pendant deux heures. C'est en suivant un procédé à peu près semblable qu'on obtient les couleurs *cannelle*, *brun* et *terre d'Égypte*.

Le *brun marron* se produit en maintenant la laine pendant trois heures dans un bain bouillant composé de noix de galle, de bois de santal, de Brésil jaune et de garance, et en ajoutant après cette première opération, appelée *engallage*, du bois de Campêche et du sulfate de protoxyde de fer.

Le *noir*, formé par la réunion des trois couleurs primitives, se produit par le mélange de l'indigo, de plusieurs substances susceptibles de donner du jaune, et de tannin, de noix de galle, de sumac, de sulfates de fer et de cuivre, d'acétates de cuivre et de fer, de crème de tartre, etc.

Le *noir de Sedan* est considéré comme le plus beau et le plus durable. On le donne aux étoffes qui ont reçu d'abord un fond bleu dans des cuves d'indigo; l'étoffe, soigneusement lavée, est portée dans un bain de sumac et de campêche, où elle doit subir une macération de trois heures, à 80° ou 90°. Au bout de ce temps, on la retire pour verser dans le bain du sulfate de protoxyde de fer, dans la proportion de 335 grammes par mètre d'étoffe : celle-ci, plongée dans le bain, doit y subir pendant une heure l'action d'une température de 38°. Après avoir répété trois fois cette opération, on obtient le noir avec toute son intensité.

On teint sur plusieurs points de la France des étoffes de laine en noir petit teint, moins solide que celui de Sedan et de Louviers. La base de bleu est donnée par le bois de Campêche et les sels de peroxyde de fer; c'est surtout pour ce genre de teinture qu'il faut employer des substances riches en tannin, telles que la noix de galle, le sumac, etc. Dans quelques fabriques, on emploie beaucoup plus de matière colorante, et l'on fait usage du verdet, dans la proportion de 1 partie de ce sel pour 100 d'étoffe.

Dans le *noir de Genève*, on emploie du sulfate de cuivre dans le rapport de 3 pour 100 d'étoffe.

Le *noir de Caunes*, dont on a fait un secret, se prépare comme les noirs précédents; seulement on ajoute dans le premier bain du sulfate de zinc qui a la propriété de précipiter la dissolution de campêche en bleu.

Depuis quelques années, on se sert, pour obtenir des noirs d'une grande solidité, d'un bain de bichromate de potasse chauffé vers 40° ou 50°, et dans lequel on fait passer les étoffes teintes en campêche et en fer. Le bain doit être extrêmement faible. Ce noir est des plus beaux et des moins coûteux.

Noir sur soie. — C'est au moyen d'une combinaison de fer au minimum et de tannin qu'on obtient cette nuance; pendant longtemps on a employé la noix de galle pour l'engallage.

M. Michel a substitué à la noix de galle un extrait de bois de châtaignier, qui produit de très-bons résultats et qui offre sur la noix de galle une économie de 50 pour 100. L'engallage s'opère dans des cuves de cuivre dans lesquelles on laisse plonger pendant quatre heures la soie, qui en sort avec la nuance jaune nankin. C'est dans cet état qu'on la plonge, après l'avoir lavée, dans le bain de sel de fer élevé à la température de 90°.

Les sels de fer employés sont le sulfate de protoxyde et le pyrolignite; le bain contient en outre de la limaille de fer et du sulfate de cuivre. Le bain, après avoir reposé quelque temps, abandonne au fond de la chaudière des substances pesantes inutiles à la teinture; mais il tient en suspension le tannate de fer qui s'est produit. On lui donne la densité nécessaire au moyen de la gomme et de la dextrine. Les sels de fer décomposés abandonnent leur acide : pour prévenir leur réaction sur la

soie, on ajoute au bain une certaine quantité de sous-acétate ou d'oxyde de plomb.

La soie, en sortant de ce bain, a une couleur rousse qui passe bientôt au noir par l'exposition à l'air. Pour obtenir une belle nuance, on est souvent obligé de recommencer jusqu'à cinq ou six fois cette opération.

On donne quelquefois au noir sur soie un reflet bleu au moyen du bleu Raymond et d'une teinte de violet et de jaune.

Pour la teinture en noir du lin et du coton, on procède généralement comme nous l'avons indiqué pour la laine. Cependant on obtient aussi un noir foncé en plongeant les tissus dans une décoction de parties égales de noix de galle et de campêche, et en les soumettant pendant deux ou trois heures à l'action d'un bain à 90°, dans lequel on a fait dissoudre 1/15 de pyrolignite de fer. En réduisant de moitié les proportions de noix de galle, de campêche et de pyrolignite, on obtient le gris et toutes ses dégradations.

Les différentes matières qui entrent dans la teinture en noir jouent un rôle dont on peut expliquer l'influence, soit pour la production de la couleur noire elle-même, soit pour sa stabilité.

L'acide gallique et le sel de fer au minimum donnent un composé soluble susceptible de pénétrer dans l'intérieur des pores de l'étoffe et d'y déposer, au contact de l'air, des flocons d'un bleu violet qui, à proprement parler, constituent le fond du noir.

Il faut modifier cette couleur qui est trop violette. C'est dans ce but que l'on emploie le sumac, le bois jaune et la gaude qui, indépendamment de la matière astringente, qu'ils peuvent contenir dans une plus ou moins grande proportion, et qui produit du noir avec le sel de fer, donnent une matière jaune qui détruit la couleur violette du noir.

Pour conserver au noir sa stabilité et empêcher que la destruction des acides organiques qui le constituent ne lui fasse prendre une teinte rousse due à l'oxyde de fer mis en liberté, on lui donne avant la teinture en noir un *pied* de bleu de cuve, dont la couleur neutralise l'orangé de l'oxyde de fer.

Enfin l'emploi du sulfate de cuivre et du campêche qui, comme nous l'avons vu aux bleus remontés, donnent une couleur bleue, produit le même résultat que l'indigo.

Il est probable que la crème de tartre, que l'on emploie dans la composition du noir, change une partie du sulfate de fer en tartrate, qui est plus facilement décomposable par les acides organiques de la noix de galle et des matières astringentes que ne le serait le sulfate de fer lui-même.

Dans chaque atelier de teinture, on a une forme dite *au noir*, qui sert à rabattre les couleurs et à faire des gris. Elle est ainsi montée. Dans une feuillette on met :

Sulfate de fer..... 2 kilogrammes.

On verse sur ce sel un bain qui a bouilli deux ou trois heures avec :

Campêche	15 kilogrammes.
Sumac	4
Noix de galle	5

On brasse le mélange, le sulfate de fer se dissout et produit le gallate de fer. On agite pendant deux ou trois jours, puis on laisse déposer.

Les gris se font en alunant la laine préparée au carbonate de soude.

Il est bon de mettre une moindre proportion de tartre, un seizième environ, puis, après le lavage, on *piète* de bleu avec le carmin d'indigo, on rince le tissu ; on fait un nouveau bain dans lequel on verse un *cassin* (vase contenant environ 2 kilogrammes) de tonne au noir, et on lisse la laine à 75°. Si le gris devait être jaunâtre, on pourrait ajouter un peu de décoction de gaude ou de garance, mais cette dernière substance lui enlève de la légèreté ; la cochenille donnerait du rouge : on voit que l'on pourra à volonté obtenir des gris rougeâtres, jaunâtres, ou bleuâtres, et les foncer plus ou moins, suivant la quantité de *bruniture* que l'on ajoutera au bain.

Pour obtenir des gris clairs sur coton, il est indispensable d'ajouter de l'acétate d'alumine qui a pour but de donner une teinte violacée ; il est bon aussi de se servir d'acétate de fer au lieu de pyrolignite.

On fait encore sur coton de beaux fonds pour la teinture, qui sont : le *chamois*, le *vert-mer*, le *rouille* et le *bistre*.

Ces couleurs sont dues à la fixation des oxydes métalliques, tels que l'oxyde de chrôme, l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse.

IMPRESSION DES TISSUS.

L'art d'imprimer les couleurs sur les tissus consiste à fixer une ou plusieurs couleurs sur certains points déterminés de leur surface.

L'impression sur tissu est une opération délicate ; elle présente surtout de grandes difficultés lorsque les tissus sont formés par l'association de fibres textiles de nature différente, et qui ont pour les couleurs une affinité inégale.

Épaississage des mordants et des couleurs. — En teinture, pour déposer une matière colorante sur une étoffe, on plonge simplement cette étoffe dans une dissolution de la matière colorante ; mais dans l'impression, où la couleur doit être appliquée sur des points déterminés du tissu, il faut de toute nécessité :

1° Ou que le mordant soit rendu visqueux, afin qu'il se fixe sur des points déterminés de l'étoffe, et que, par suite, la couleur ne prenne qu'aux endroits voulus ;

2° Ou bien que la couleur soit épaissie ; autrement elle subirait bientôt une action physique déterminée par la force attractive et capillaire du tissu, qui, donnant lieu à des infiltrations de matière colorante en zones plus ou moins concentriques et à des tons essentiellement diffé-

rents, enlèverait aux formes leur régularité et à la couleur elle-même sa nuance naturelle.

Les substances qui servent à communiquer cette viscosité aux mordants et aux couleurs ont reçu le nom d'*épaississants*.

Les principaux épaississants sont:

La gomme Sénégal,
L'amidon,
La gomme adragante,
L'amidon grillé,
La léiocome (fécule grillée),
La dextrine.

Aux épaississants que nous venons de citer, il faut ajouter:

La *terre de pipe*, qu'on emploie non-seulement pour prévenir le retrait trop brusque d'une couleur qui contracterait le tissu, mais encore pour s'opposer au coulage d'une couleur trop claire, et la maintenir sur le point même où elle a été déposée, et enfin pour aider au nettoyage de la couleur, qu'elle rend toujours plus attaquable par l'eau.

La *gélatine*, qui a pour effet de donner plus de corps à la couleur, sans augmenter sensiblement le poids de la matière solide qui l'épaissit, tout en contribuant, par les modifications qu'elle éprouve en présence d'un acide, à rendre cette couleur hygrométrique.

Dans le même but, et pour éviter la coagulation d'une couleur, on emploie aussi le chlorure et l'azotate de zinc, et enfin le saccharate de chaux.

Il faut avoir égard dans l'épaississage :

1° A la température qu'exige l'épaississant ;
2° A l'état de saturation de la liqueur ;
3° Aux doubles décompositions qui peuvent avoir lieu ;
4° Aux degrés de consistance que doit avoir la couleur à imprimer ;
5° A l'intensité de la nuance que l'on veut obtenir ;
6° A la couleur de l'épaississant ;
7° A la superposition des couleurs.

Après avoir fait connaître la nature des épaississants, nous allons dire quelques mots de leur emploi.

Gomme Sénégal. — On la dissout ordinairement dans l'eau, on en passe au tamis la solution concentrée, puis on l'ajoute dans des proportions déterminées aux couleurs qu'il s'agit d'épaissir, Pour éviter certains accidents, on fait disparaître les impuretés qui souillent la gomme en la lavant préalablement à l'eau froide; mais il est cependant des circonstances où on la fait dissoudre directement à l'état de poudre dans la couleur ou le mordant que l'on veut épaissir.

L'*amidon* s'emploie de deux manières: tantôt on en forme avec de l'eau un empois qu'on délaye ensuite dans la couleur; tantôt, au contraire, on l'emploie directement.

Dans ce dernier cas, l'opération se fait à feu nu dans des chaudières

de cuivre, ou bien, si l'on veut éviter les altérations de la couleur sur les surfaces de chauffe, dans des vases à double fond chauffés à la vapeur: on doit toujours remuer avec soin à l'aide d'une spatule de bois.

La *farine* s'emploie comme l'amidon ; il n'en est pas de même de l'*amidon grillé*. Quand il s'agit d'employer ce dernier corps, on ajoute peu à peu, à la quantité nécessaire pour épaissir un certain volume de couleur, une portion de ce volume suffisante pour former une pâte molle qu'on travaille longtemps, et que l'on amène ensuite au degré de viscosité voulu, en y ajoutant le reste de la couleur.

On emploie la *gomme adragante*, soit en mucilage, soit en poudre : dans le premier cas, on la fait tremper dans un volume donné d'eau, où elle se gonfle, puis on l'ajoute à la couleur; dans le second, on l'incorpore au liquide coloré, après l'avoir délayée avec un peu d'alcool.

Voici les rapports dans lesquels ces épaississants entrent dans la composition des couleurs :

Pour 1 litre de couleur à épaissir, on prend :

De 150 à 170 grammes d'amidon ou farine ;
500 à 800 grammes d'amidon grillé ;
280 à 330 grammes de gomme Sénégal ;
25 à 35 grammes de gomme adragante.

On doit passer au tamis de soie toutes les couleurs, surtout celles qui sont destinées à être imprimées au rouleau, soit pour en séparer les impuretés que pourrait renfermer l'épaississant, soit pour détruire les grumeaux, qui donnent lieu à des accidents fâcheux.

L'épaississant qui accompagne la couleur lors de l'impression doit plus tard entraîner avec lui une partie de cette couleur. Ce partage de la matière colorante entre l'épaississant et le tissu est proportionnel à la quantité d'épaississant employée, et par conséquent peut être approximativement apprécié pour chaque épaississant, en consultant l'ordre dans lequel nous avons rangé les substances douées du pouvoir d'épaissir.

Lorsqu'une gravure en creux est usée par un fréquent emploi, elle *fournit* moins à l'impression ; la couleur alors doit être plus étendue. Aussi, dans les ateliers d'impression au rouleau, on ajoute à la couleur préparée, soit de l'épaississant, soit de l'eau, suivant que la gravure a plus ou moins de profondeur. L'habitude fait connaître facilement aux ouvriers les proportions dans lesquelles doivent être faits les mélanges pour obtenir les teintes voulues.

Puisque l'épaississant peut être mélangé, soit avec le mordant, soit avec la matière colorante, il existe nécessairement deux modes particuliers d'impression :

Le premier consiste à appliquer un mordant épaissi aux endroits sur lesquels la couleur doit être fixée, à plonger l'étoffe dans un bain colorant, et à la soumettre ensuite à un lavage convenable : les parties mordancées restent seules colorées. Cette méthode, qui n'est qu'un genre particulier de teinture, ne peut donner que des dessins uniformément colorés.

Le second procédé consiste dans l'application de la matière colorante épaissie sur l'étoffe, au moyen de cylindres ou de planches gravées.

Mordançage. — Les mordants dont on se sert en impression doivent réunir les conditions suivantes :

1° Former des sels solubles dont l'acide puisse être facilement séparé.

2° Produire avec la matière colorante une combinaison insoluble et inaltérable.

Les acétates dont la base est :

Pour rouge et rose, de l'alumine,
Pour noir et violet, de l'oxyde de fer,
Pour vert et gris, de l'oxyde de chrôme,
Pour puce, enfin, un mélange d'alumine et de fer,

remplissent toutes ces conditions. En effet, ces sels sont solubles dans l'eau ; les bases qui entrent dans leur composition présentent à la fois une grande affinité pour les tissus et pour la matière colorante ; de plus, l'acide qu'ils abandonnent, sous l'influence de la chaleur, n'exerce aucune action sur les fibres textiles.

Nous donnons ici la composition des principales couleurs obtenues avec ces divers mordants, en y joignant la composition du brun de cachou qui, associé à ces couleurs, produit des effets précieux dans les variations que peut recevoir un dessin préparé pour la teinture en garancine.

Rouge. R. (1)

Amidon	220gr,50
Acétate d'alumine à 10° (2)	600 gram.
Sainte-Marthe à 20°	10 gram.
Bichromate de potasse	2gr,50
Acide pyroligneux	480 gram.
Ajouter à froid :	
Protochlorure d'étain	15 gram.
Acétate de plomb	60 gram.

Noir. R.

Acétate de fer à 15°	1lit,800
Arséniate de soude à 500 gr. par litre	0lit,300
Acide pyroligneux	0lit,300
Amidon grillé	1kil,500

(1) La lettre R placée en regard du nom des couleurs indique que ces couleurs sont pour rouleau.

(2) *Acétate d'alumine à 10°.*

Alun	240 gram.
Acétate de plomb	180 gram.
Eau	600 gram.

Le sulfate de plomb qui prend naissance doit être séparé par filtration.

Puce. R.

Amidon	240 gram.
Acide pyroligneux	0lit,480
Acétate d'alumine à 10°	0lit,480
Sainte-Marthe à 20°	10 c. c.
Bichromate de potasse	2gr,5
Acétate de fer à 15°	0lit,280
Acétate de plomb	0kil,070

Rose. R.

Amidon	200 gram.
Eau	260 gram.
Acide acétique à 2° ½	400 gram.
Acétate d'alumine à 10°	100 gram.
Sainte-Marthe à 20°	0gr,05
Bichromate de potasse	1gr,25

Ajouter à froid :

Acide pyroligneux	2gr,50

Violet. R.

Acétate de fer à 15° (1)	1 litre.
Acide arsénieux, dissolution saturée	0lit,200
Épaississant à 0gr,500 pour 2 litres d'eau	12 litres.

Brun de cachou. R.

Amidon	400 gram.
Léiocome	400 gram.
Cachou	400 gram.
Acide acétique à 20° ½	2lit,400
Chlorhydrate d'ammoniaque	400 gram.
Acétate de cuivre	100 gram.

Dans la recette rouge R, le bois de Sainte-Marthe forme la *fausse couleur*, dont l'emploi sera expliqué plus loin; le chromate développe cette couleur par oxydation; le sel d'étain donne au rouge et au rose plus de vivacité, et le préserve, en outre, de l'action du fer dans les opérations de la teinture.

L'arsénite de soude agit par l'acide arsénieux, qui figure dans les plus anciennes recettes pour violet, et dont l'action sur le mordant de fer est favorable.

Enfin, l'acétate de plomb, ajouté au rouge et au puce, a pour but de saturer le mordant dans une couleur concentrée; cette saturation cesse d'être nécessaire dans un mordant faible, tel qu'un mordant pour rose.

Le procédé employé pour opérer l'élimination de l'acide acétique et la combinaison de l'oxyde avec le tissu consiste à suspendre les étoffes dans une espèce de chambre nommée *chambre à oxyder*, qui est remplie d'air saturé d'humidité par de la vapeur d'eau. Il est probable que cet air, offrant de l'eau de combinaison à l'acide acétique en échange de sa base, favorise ainsi le dégagement de cet acide. Quoi qu'il en soit, l'humidité de l'air est indispensable à la réaction, car l'expérience a prouvé que la décomposition de l'acétate ne s'opère pas dans un air sec.

La fixation du mordant dans la chambre à oxyder a reçu le nom d'*aérage*.

Comme les mordants sont incolores ou peu colorés au moment de leur application, on ne pourrait en conserver la trace sur les tissus, si l'on

(1) *Acétate de fer à 15°.*

Sulfate de fer	400 gram.
Acétate de plomb	600 gram.
Acide pyroligneux	1lit,200

On sépare le sulfate de plomb qui se produit.

n'avait eu le soin de les colorer, avec une substance capable de résister au lavage, et que l'on nomme *fausse couleur*.

Dégommage et bousage. — Avant de soumettre les tissus mordancés à l'impression, on leur fait subir une opération qui a pour but de fixer le mordant, d'enlever la plus grande partie des substances solubles qui ont servi à l'épaissir, et de séparer les petites quantités de mordant qui n'ont pas contracté de combinaison avec l'étoffe. Cette opération est désignée sous le nom de *dégommage*. On la pratique en immergeant les tissus dans un bain à 40° ou 60°, contenant, soit de la bouse de vache, soit un mélange de phosphate de soude et de phosphate de chaux, soit des arséniates ou des silicates alcalins, du sel ammoniac ou du bicarbonate de soude.

Nous transcrivons ici l'analyse de la bouse de vache telle qu'elle a été donnée par M. Morin :

Eau	70,00
Bubuline	1,60
Matière biliaire	0,60
Résine verte et acides gras (butyrique, oléique et margarique)	1,52
Albumine	0,40
Matière fibreuse	24,08
Matières salines, carbonates, phosphates, chlorures, silice, ammoniaque et fer	2,00

Le choix de la bouse ne paraît pas indifférent; celle d'animaux nourris avec du fourrage semble mériter la préférence.

Le bousage se pratique dans deux cuves remplies d'eau, contenant de 6 à 7 pour 100 de bouse. Au bain de la première cuve, on ajoute de la craie en quantité suffisante pour saturer l'excès d'acide que certains mordants abandonnent sur les tissus; la seconde cuve ne contient que de l'eau et de la bouse. La température des bains varie avec les différents mordants et avec la nature des tissus.

Voici les traitements que subissent les étoffes dans les deux modes d'impression que nous avons indiqués.

IMPRESSION GENRE TEINTURE.

Quelle que soit la matière colorante qui devra se combiner avec les mordants, la première condition à remplir est de n'élever que graduellement la température du bain colorant, afin d'obtenir une teinture égale. Il faut, en outre, éviter de prolonger l'action mécanique sur les tissus, car cet effet se traduit par un affaiblissement dans l'éclat des couleurs. Ces deux conditions, indispensables à observer dans la fixation des matières colorantes, s'appliquent à la garance et à ses dérivés plus qu'à tout autre produit tinctorial; aussi ne pourrions-nous donner

une idée plus exacte de l'impression genre teinture, qu'en décrivant ici la conduite d'une teinture des genres garancés.

Genre garancine. — Les tissus mordancés sont plongés dans un bain de teinture qui accuse 35°, et que l'on chauffe de demi-heure en demi-heure jusqu'à 60°, 70°, et même jusqu'à l'ébullition. Lorsque les mordants sont suffisamment saturés de teinture, on porte les tissus aux roues à laver, où les étoffes sont battues, injectées d'eau et débarrassées de la poudre tinctoriale adhérente à leurs fils. On les passe ensuite à l'eau de son pour faire le blanc, pour les *dépouiller*, comme on dit en fabrique; puis on les introduit dans un appareil nommé hydro-extracteur, dont la construction ingénieuse permet, au moyen de la force centrifuge, d'amener une pièce d'étoffe ruisselante d'eau à n'en plus contenir que 35 à 40 pour 100, qu'on enlève enfin par un séchage à l'air chaud ou froid. Dans cet état, et malgré le passage à l'eau de son, le blanc n'est pas encore parfait. Une opération fort simple, introduite depuis quelques années dans la fabrication du genre garancine, donne au blanc toute la pureté désirable. Cette opération est le *chlorage au rouleau*. Elle s'exécute à l'aide d'un rouleau mille points qui, par sa gravure même, transporte sur toute la surface du tissu une couche de bain décolorant qui le pénètre de part en part. Ce bain est une dissolution d'hypochlorite de chaux à 1°, que l'on a légèrement azurée par de l'outre-mer.

Après une dessiccation prompte, on remarque que le blanc seul a été mouillé; le dessin coloré ne l'est pas, en sorte que, sans affaiblir la couleur imprimée et teinte, ce qui est essentiel, le blanc a été amené à son dernier degré de pureté.

La pièce d'étoffe ayant alors la nuance que l'on veut obtenir, peut être lavée, séchée et envoyée à l'*apprêt*, opération délicate, qui consiste à foularder la pièce d'étoffe dans de l'eau de gomme ou de fécule, qui donne un certain corps au tissu. Le même procédé s'applique aux teintures opérées avec la cochenille, le quercitron, le bois rouge et le campêche.

AVIVAGE.

Plusieurs couleurs, en sortant du bain de teinture, ne présentent pas la nuance et l'éclat que l'on veut obtenir; il faut alors les soumettre à un traitement particulier, nommé *avivage des couleurs*, et qui s'applique plus spécialement au rouge d'Andrinople, aux roses et aux violets de garance. L'avivage consiste, quant au rouge d'Andrinople, dans une exposition au pré et une ébulliton prolongée avec de l'eau chargée de soude, de savon ou de bichlorure d'étain. L'avivage du violet, du puce et des couleurs garancées s'opère sous l'influence de la potasse, du chlore ou du savon. Pour les roses, on passe dans un bain savonneux.

Parfois aussi les couleurs présentent après la teinture des nuance

férentes de celles qu'elles devraient avoir. On peut alors modifier leurs teintes à l'aide de certains sels.

Les carbonates alcalins font passer au rouge les nuances { de la gaude, du quercitron, et du sumac.

L'alun éclaircit.
Le sulfate de fer rembrunit.
Le chlorure d'étain communique une teinte jaune.
Les sels de cuivre communiquent une teinte bleu verdâtre.

(M. Dumas.)

IMPRESSION GENRE APPLICATION.

La laine pure destinée à recevoir du bleu de France, les toiles de lin, de chanvre, de coton, sur lesquelles on doit appliquer la couleur au rouleau ou à la planche, subissent toujours une préparation particulière.

On foularde deux fois de suite les toiles de lin et de chanvre dans un bain de stannate de soude, marquant 10° ou 12° à l'aréomètre; on les passe ensuite dans l'acide sulfurique à 1°, et, après les avoir introduites pendant une à deux minutes dans une eau contenant en volume 4 pour 100 d'hypochlorite de chaux, on les lave pendant trois jours à grande eau.

La laine pure et les tissus de coton sont foulardés à deux reprises dans une dissolution formée de :

Eau froide	100 litres.
Protochlorure d'étain	7 kilos.
Acide sulfurique	500 grammes.

abandonnés ensuite au repos, pendant deux heures, lavés à grande eau, passés à l'hypochlorite de chaux et battus après un dernier lavage.

On peut alors appliquer les couleurs sur les différents tissus, soit à l'aide de *planches*, soit au moyen de *rouleaux*.

Il existe deux espèces de planches :

1° Le *bloc*, pièce de bois gravée en relief, et sur laquelle on a souvent formé les dessins en y fixant des fils ou des lames de laiton.

2° La *planche plate*, ou planche de cuivre, de même largeur que l'étoffe, et sur laquelle sont gravés en creux les dessins à imprimer.

Les *rouleaux* sont des cylindres de cuivre gravés en creux, au moyen desquels les étoffes se trouvent imprimées d'une manière continue dans toute leur largeur.

La disposition des planches ou des rouleaux doit être telle, que la couleur épaissie remplisse seulement les creux ou ne couvre que les reliefs et s'étale d'une manière régulière sur l'étoffe.

Les couleurs destinées au rouleau ou à la planche plate sont dans leur préparation l'objet d'un soin tout particulier. On évite, autant que

possible, qu'elles soient acides, car elles attaqueraient les rouleaux ou les planches métalliques. Enfin elles reçoivent, dans l'épaississage, des modifications qui sont motivées par la finesse plus ou moins grande de la gravure.

Les rouleaux servent surtout à exécuter les dessins délicats formant les fonds, les bandes ou les guillochages.

Une machine ingénieuse permet d'appliquer plusieurs rouleaux à la fois.

Les dessins dont la finesse est moins grande sont produits au moyen des blocs.

COULEURS-VAPEUR.

La fixation des matières colorantes à la surface des tissus a été opérée dans les divers genres de teinture que nous venons d'examiner, par l'intermédiaire d'une eau dont la température ne dépassait pas 100°. On est parvenu, dans ces dernières années, à fixer les couleurs en faisant intervenir la vapeur d'eau.

Cette application heureuse de la vapeur à l'impression repose en partie sur les modifications qu'éprouvent un certain nombre de corps lorsqu'on les soumet à l'influence de la chaleur, modifications qui peuvent être comparées à la coagulation de l'albumine, et que M. Chevreul a désignées, d'une manière générale, sous le nom de *phénomènes de coction*.

La vapeur fixe les couleurs, non-seulement en communiquant aux tissus une température élevée, mais encore en leur apportant la quantité d'humidité sans laquelle la matière colorante n'est pas fixée. M. Schwartz a soumis deux tissus colorés, l'un sec, l'autre humide, à l'action d'un fer chauffé à 100°: c'est sur le tissu humide seulement que la couleur était fixée; elle se détachait de l'autre au moindre lavage.

M. Persoz, qui a étudié spécialement l'impression sur étoffes, signale les circonstances dans lesquelles ce procédé est efficace: c'est surtout lorsqu'il s'agit de fixer les couleurs au moyen de mordants à acides organiques ou de chlorures d'étain. Mais lorsqu'on veut fixer des substances telles que l'indigo, qui ne peuvent se combiner avec les fibres qu'après avoir subi une action chimique qui leur communique une solubilité momentanée, on conçoit que la vapeur ne peut leur transmettre cette propriété.

Pour fixer les matières colorantes par la vapeur, on enveloppe les tissus d'un *doublier*, étoffe grossière sur laquelle la vapeur se condense, et qui empêche ainsi le coulage de la matière colorante.

Peu à peu le doublier et l'étoffe humides s'échauffent, et la couleur se fixe sous la double influence de la chaleur et de l'humidité.

Nous donnons en terminant la composition des principales couleurs que l'on fixe au moyen de la vapeur.

Rouge. P. (1)

Bain de cochenille (2)...	1 litre.
Amidon.....	121 gram.
Protochlorure d'étain....	40 gram.
Acide oxalique.....	40 gram.
Couleur orange P.....	$\frac{1}{12}$ de litre.

Noir. P.

Laque de Campêche (3)..	4 litres.
Eau.....	4 litres.
Acide acétique à 8°.....	$\frac{1}{4}$ de litre.
Amidon.....	600 gram.
Léiocome.....	400 gram.

A ajouter :

Alun (à chaud).....	400 gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque	200 gram.
Carmin d'indigo.....	200 gram.

Vert pour rentrures. P.

Gomme d'Alsace.....	4 kilos.
Graine de Perse à 8°....	2 kilos.
Acétate d'alumine à 10°..	0lit,5
Alun dans 0lit,5 d'eau chaude.....	100 gram.
Cyanoferrure de potassium.	180 gram.
Acide oxalique.....	60 gram.
Sulfate d'indigo.....	$\frac{1}{6}$ de litre.
Cyanure d'étain.....	$\frac{1}{12}$ de litre.

Orange. P.

Eau de gomme d'Alsace (4).	4 litres.
Eau...	2 litres.
Protochlorure d'étain dans 4 litres d'extrait de quercitron à 20°.....	400 gram.

Bleu pour fonds. P.

Amidon.....	1 kilo.
Eau.....	9 litres.
Ferrocyanure de potassium à 19°....	4 litres.
Gelée adragante à 50 gram. par litre.....	1 litre.

A ajouter :

Cyanure d'étain (5).....	3lit,5
Acide tartrique.....	1 kilo.
Acide oxalique.....	80 gram.

A ajouter :

Cyanoferrure de potassium dans 6 litr. d'eau chaude.	2 kilos.
Acide tartrique.....	2 kilos.

(1) La lettre P placée en regard du nom des couleurs indique que ces couleurs sont pour planches.

(2) *Bain de cochenille.*

Cochenille.....	15 kilos.
Eau bouillante.....	100 litres.
Potasse à 5°.....	5 litres.

Réduire à 60 litres après épuisement de la cochenille.

(3) *Laque de Campêche.*

Campêche à 6°.....	40 litres.
Sulfate de cuivre dissous dans 5 litres d'eau.....	750 gram.
Bichromate de potasse dissous dans 5 litres d'eau chaude.....	200 gram.
Carbonate de soude dissous dans 5 litres d'eau chaude.....	300 gram.
Eau.....	10 litres.

Filtrer et réduire jusqu'à 16 litres.

(4) *Eau de gomme d'Alsace.*

Dextrine blonde.....	10 kilos.
Gomme adragante en poudre ...	600 gram.
Amidon.....	300 gram.
Eau bouillie pendant vingt minutes.	20 litres.

(5) *Cyanure d'étain.*

Cyanure de potassium.....	8 kilos.
Eau chaude.....	20 litres.
Eau froide.....	20 litres.
Protochlorure d'étain à 45°...	13 litres.

Laver deux fois par décantation et filtrer.

Enfin, comme moyen d'impression *plastique*, nous devons signaler celui qui est très-usité en ce moment pour la fixation de couleurs inso-

lubles (bleu d'outremer, vert Guignet, charbon) et des matières colorantes dérivées de l'aniline. On délaye la couleur dans l'albumine, on épaissit à l'eau de gomme, et, une fois l'impression terminée, on sèche le tissu et on le vaporise. L'albumine, se coagulant par la chaleur, forme sur la toile une sorte de vernis insoluble qui emprisonne la couleur et la maintient sur la fibre.

Nous ferons suivre ces généralités sur la teinture de quelques considérations sur les couleurs, empruntées à l'ouvrage important qu'a publié M. Lefort.

COULEURS EMPLOYÉES EN PEINTURE.

Les couleurs se divisent en deux classes distinctes :

1° Les *couleurs primitives* ou *fondamentales*, qui sont au nombre de sept, et dont voici les noms : *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé* et *rouge*.

2° Les *couleurs secondaires*, qui sont produites par le mélange des couleurs primitives, et dont, par conséquent, le nombre est considérable.

Les proportions et la nature des diverses substances qui entrent dans ce mélange exercent une grande influence sur les propriétés des couleurs. Une couleur doit, pour être bonne, présenter une teinte riche, se délayer parfaitement, recouvrir exactement l'objet qui en est enduit, sécher aussitôt après son application, être stable, insoluble dans l'eau, et ne pas s'altérer quand on la mélange avec d'autres couleurs.

Plusieurs couleurs sont fournies par l'organisation animale ; d'autres, par l'organisation végétale ; enfin, le plus grand nombre est d'origine minérale.

La teinte des couleurs retirées de l'organisation animale est assez riche et assez stable, mais l'usage de ces couleurs est très-limité.

Les couleurs provenant des végétaux présentent des teintes plus vives, mais dépourvues de solidité.

Quant aux couleurs à base minérale, dont la teinte est souvent moins riche, elles couvrent parfaitement bien à cause de leur grande densité et elles se conservent longtemps sans altération.

Lorsque les couleurs sont exposées à la radiation solaire, elles éprouvent une altération profonde, que l'action de l'oxygène rend encore plus rapide. Aussi étend-on toujours sur les peintures une couche de vernis qui affaiblit l'intensité des rayons lumineux, et empêche en outre le contact de l'oxygène avec la matière colorante.

L'hydrogène sulfuré, qui réagit sur les métaux et leurs combinaisons, altère souvent les couleurs : ce gaz noircit toutes celles qui renferment du plomb et jaunit celles qui contiennent du zinc ou du manganèse.

Les couleurs offrent, sous les différentes influences auxquelles elles peuvent être soumises, des degrés de solidité assez divers pour servir de base à une classification que nous présentons dans ce tableau :

Liste des couleurs par ordre de solidité, d'après M. Lefort.

	COULEURS TRÈS-SOLIDES.	COULEURS MOINS SOLIDES.	COULEURS PEU SOLIDES.	COULEURS TRÈS-PEU SOLIDES et que le peintre ne peut mélanger.
BLANCHES	Oxyde de zinc.	Céruse, carbonate de plomb.	»	»
	Blanc d'Espagne.	Sulfate et sulfite de plomb.	»	»
	Craie.	»	»	»
	Argent en coquille.	»	»	»
	Chaux vive.	»	»	»
	Sulfate de baryte.	»	»	»
	Sulfate de chaux.	»	»	»
JAUNES	Or en coquille.	Or mussif.	*Terra merita.*	Jaune d'iode.
	Jaune Mérimée.	Gomme-gutte.	Jaune de safran.	Sulfure d'arsenic.
	Ocre jaune.	Massicot.	Stil de grain.	Turbith minéral.
	Jaune de Naples.	Sulfate basique de plomb.	Arsénite de plomb.	»
	Terre d'Italie, terre de rue.	Sulfure de cadmium.	Laque de gaude.	»
	Jaune minéral.	Jaune indien.	»	»
	Jaune de chrôme.	Jaune bouton-d'or.	»	»
	Chromate de baryte.	Jaune d'antimoine, de Mars, ocres artificielles.	»	»
	Laque minérale.	»	»	»
BRUNES	. . . . .	Brun doré de plomb.	»	»
		Ulmine.	»	»
BLEUES	Outremer Guimet.	Carmin bleu.	Cendres bleues artificielles.	Carmin bleu.
	Bleu d'azur naturel.	Tournesol.	Bleu minéral, ou bleu d'Anvers.	Tournesol.
	Bleu de cobalt.	»	Indigo.	Platt d'indigo.
	Smalt.	»	»	»
	Outremer de cobalt.	»	»	»
NOIRES	Noirs de fumée, de vigne.	Encre de Chine.	»	»
	Noir d'ivoire.	Noir de houille.	»	»
	Noirs de lampe, de charbon, de pêche, de hêtre, de châtaigne.	Noir de composition.	»	»
	Noir de Francfort.	»	»	»
	Noir d'Allemagne.	»	»	»

Liste des couleurs par ordre de solidité, d'après M. Lefort (suite).

	COULEURS TRÈS-SOLIDES.	COULEURS MOINS SOLIDES.	COULEURS PEU SOLIDES.	COULEURS TRÈS-PEU SOLIDES et que le peintre ne peut mélanger.
ROUGES.	Arséniate de cobalt.	Mine orange.	Cinabre.	Réalgar.
	Ocre rouge.	Minium.	Rouge de carthame.	Chromate de mercure.
	Laque de garance.	»	Laque de Fernambouc.	Bi-iodure de mercure.
	Carmin de cochenille.	»	»	»
	Laque carminée.	»	»	»
	Rouge de Prusse.	»	»	»
	Rouge d'Angleterre, colcothar, brun-rouge.	»	»	»
	Rose de cobalt.	»	»	»
	Bol d'Arménie.	»	»	»
VERTES.	Vert de chrôme.	Vert de Mittis.	Ocre verte.	Vert-de-gris.
	Vert de Rinmann.	Vert Paul Véronèse.	Vert de vessie.	Verdet.
	Vert de montagne naturel.	Vert de Schweinfurt.	Vert anglais.	Vert d'iris.
	Vert Milory.	»	Cendres vertes.	Cinabre vert.
	Terre de Vérone.	»	Vert de Scheele.	Vert minéral.
	»		Vert de montagne.	Vert de Prusse.
	»	»	Vert de Brême.	»
BRUNES.	Terre de Sienne calcinée.	Brun de chicorée.	»	»
	Brun de manganèse.	Brun de Prusse, sépia.	»	»
	Brun Van-Dyck.	Bistre.	»	»
	Bitume de Judée, terre d'ombre, terre de Cassel.	»	»	»
POURPRE.	. . . . .	Pourpre de Cassius.	»	»
VIOLETTE.	. . . . .	Violet.	»	»

Toutefois ce genre de classification n'a rien d'absolu, car la même couleur peut être fixe ou facilement altérable, suivant qu'on l'emploie dans la peinture à l'eau ou dans la peinture à l'huile.

Le degré de fixité d'une couleur peut être déterminé d'après sa composition chimique : connaissant en effet les éléments qui constituent une couleur et l'affinité qu'ils présentent entre eux, il est facile d'apprécier la résistance qu'offrira cette couleur à l'action des divers agents qui pourront l'altérer.

La solidité d'une couleur dépend du mode de préparation employé pour l'obtenir. Il est bien évident que, toutes choses étant égales d'ailleurs, de deux couleurs, celle qui aura été préparée à la plus haute température sera le plus solide.

Puisque les couleurs les plus denses sont celles qui couvrent le mieux, on comprend que les composés de plomb donnent les meilleures couleurs, et le blanc de zinc comprimé est préférable au blanc de zinc léger.

Les couleurs obtenues par la méthode de double décomposition sont toujours extrêmement divisées, ce qui facilite beaucoup leur mélange avec l'eau ou l'huile. Il n'est pas indifférent de les préparer à chaud ou à froid: on a reconnu que les précipités formés dans les liqueurs bouillantes sont bien plus denses et ont une teinte plus foncée que les mêmes précipités produits à une basse température. Seulement il est indispensable, avant de se servir des couleurs préparées par cette méthode, de les dessécher soigneusement, afin que l'humidité dont elles sont imprégnées ne s'oppose pas à leur mélange avec l'huile.

Un grand nombre de couleurs sont vénéneuses. Il est donc important de connaître leur plus ou moins grande énergie sur l'économie animale. Le tableau suivant, dû à M. Lefort, les présente rangées dans leur ordre d'intoxication.

Couleurs dangereuses.

Orpiment.	Verdet cristallisé.
Réalgar.	Vert de Scheele.
Arsénite de cuivre.	Vert de Schweinfurt.
Arséniate de cobalt.	Vert de Mittis.
Vert-de-gris.	Vert Paul Véronèse.

Couleurs moins dangereuses.

Céruse.	Turbith minéral.
Massicot, litharge, minium.	Chromate de mercure.
Jaune de Naples.	Sulfate de plomb.
Jaune de chrôme.	Sulfite de plomb.
Iodure de plomb.	Tungstate de plomb.
Oxychlorure de plomb.	Antimonite de plomb.
Sulfure d'étain.	Antimoniate de plomb.
Iodure de mercure.	Laque minérale.

Jaune minéral.	Outremer de cobalt.
Rose de cobalt.	Bleu Thenard.
Chromate de cuivre.	Bleu de montagne.
Rouge pourpre.	Vert de chrôme.
Pourpre de Cassius.	Vert de montagne.
Bioxyde de plomb.	Poudre de bronze.

Couleurs peu vénéneuses.

Oxyde de zinc.	Gomme-gutte.
Chaux vive.	Rouge-brun.
Oxyde d'antimoine.	Smalt.
Oxychlorure d'antimoine.	Vert de Rinmann.
Blende.	Vert de Prusse.
Sulfure de cadmium.	Cinabre vert.
Chromate de zinc.	Vert Milory.
Chromate de chaux.	Bleu minéral.
Chromate de baryte.	Outremer.

Couleurs inoffensives.

Argent en coquille.	Carthame.
Carbonate de chaux.	Carmin de cochenille.
Sulfate de chaux.	Laque carminée.
Sulfate de baryte.	Violet végétal.
Or.	Brun de manganèse.
Ocres jaunes et rouges.	Brun Van-Dyck.
Rouge de Venise.	Terre d'ombre.
Rouge d'Anvers.	Terre de Sienne.
Terre rose.	Terre de Cologne.
Terre d'Italie.	Brun de Prusse.
Ocre de rue.	Sépia.
Jaune, violet, rouge de Mars.	Tous les noirs.
Brun et orange de Mars.	Encre de Chine.
Curcuma.	Bleu de Prusse.
Jaune indien.	Indigo.
Stil de grain.	Carmin bleu.
Laque de gaude.	Platt d'indigo.
Colcothar.	Terre verte de Vérone.
Bol d'Arménie.	Laque verte.
Laque de garance.	Vert de vessie.
Carmin de garance.	Vert d'iris.
Laque de Fernambouc.	Vert de chrôme (PANNETIER.)

Nous compléterons ces généralités par l'étude succincte des couleurs les plus employées.

COULEURS BLANCHES.

Argent en coquille. — Cet argent, dont les peintres se servent pour obtenir le ton blanc dit *ton d'argent*, est une couleur très-solide et inoffensive. On s'en sert surtout dans l'enluminure.

Pour l'obtenir, on délaye dans de l'eau de gomme de la poudre d'argent provenant de la trituration avec du miel des feuilles d'argent battu, et l'on applique la liqueur gommeuse sur de petites coquilles. En général, la quantité d'argent déposée à la surface d'une coquille de grandeur ordinaire varie entre 6 et 8 centigrammes. (M. Lefort.)

Chaux. — La chaux, qui est une couleur faiblement vénéneuse, ne peut se mélanger avec les couleurs fines, qu'elle altère rapidement, ni se délayer dans l'huile, parce qu'elle forme avec ce corps un savon fort peu soluble, qui jaunit au contact de l'air. On ne l'emploie que dans la peinture grossière à l'eau, telle que le badigeonnage.

Pour s'en servir, il suffit de la délayer dans de l'eau et d'ajouter de la colle au mélange ainsi formé, afin de lui donner du corps. Comme cette couleur présente parfois une teinte jaunâtre, on la blanchit en l'additionnant d'une petite quantité d'argile ocreuse et de noir de fumée.

Blanc de zinc (oxyde de zinc). — Le blanc de zinc est une couleur fort belle, insoluble dans l'eau, dans les essences et dans les huiles grasses, fixe, indécomposable par la chaleur, offrant en un mot toutes les qualités d'une bonne couleur.

On a reproché, il est vrai, au blanc de zinc de coûter plus cher, de sécher moins vite et de ne pas couvrir aussi bien que le blanc de céruse; mais ces inconvénients sont plus que compensés par l'avantage de ne pas incommoder les ouvriers qui le préparent, de couvrir, à poids égal, une plus grande surface, et de ne pas communiquer aux boiseries des appartements l'odeur désagréable qui se manifeste toujours lorsqu'on a fait usage de couleurs à base de plomb, de cuivre ou d'arsenic; on peut d'ailleurs, à l'aide de corps d'un bas prix, accélérer la dessiccation des peintures au blanc de zinc.

L'application du blanc de zinc à la peinture doit donc être considérée comme un des progrès les plus importants qu'ait faits l'industrie moderne.

Pour obtenir le blanc de zinc, on oxyde ce métal réduit en vapeur, à l'aide de l'air atmosphérique.

Le bénéfice dû à l'augmentation de poids que subit le zinc en s'oxydant suffit pour couvrir tous les frais de fabrication. 100 kilos de zinc devraient fournir 124 kilos d'oxyde, mais à cause de l'impureté du métal et des pertes qu'entraîne toujours une fabrication en grand, cette quantité se réduit à 112 kilos environ.

Craie (carbonate de chaux). — Le carbonate de chaux est une couleur solide et inoffensive que l'on emploie dans la peinture à la détrempe. Afin de faire disparaître la teinte jaunâtre que présente le carbonate de chaux, on l'additionne d'une petite quantité d'ocre rouge et de noir de fumée.

Le carbonate de chaux destiné à la peinture se prépare en mettant la craie naturelle pulvérisée en suspension dans l'eau et en décantant

rapidement la liqueur pour en séparer les particules de craie les plus ténues, qui sont seules employées.

Sulfate de chaux. — Ce sel, dont on fait grand usage dans la fabrication des papiers de tenture pour obtenir les fonds blancs, est une couleur solide, inoffensive et économique : on le livre au commerce au prix de 9 à 10 francs les 100 kilogrammes.

Le sulfate de chaux sert souvent à falsifier le blanc de zinc.

On se procure du sulfate de chaux convenable pour la peinture en pulvérisant et en tamisant le gypse naturel.

Sulfate de baryte. — Le sulfate de baryte est une couleur très-belle et inoffensive, mais qui couvre mal. On s'en sert dans la fabrication des papiers peints.

Le sulfate de baryte naturel destiné aux besoins de la peinture doit être calciné, afin de le rendre friable, et soumis ensuite à un lavage semblable à celui que nous avons décrit en parlant de la craie.

Le sulfate de baryte, obtenu par précipitation, s'emploie depuis quelques années avec avantage pour la peinture. Il est, en effet, d'un blanc très-pur, et couvre parfaitement, ce qui tient à son grand état de division.

(M. Kuhlmann.)

Céruse (carbonate de plomb). — Cette couleur est d'un blanc éclatant : elle couvre parfaitement bien, et sèche avec rapidité : on la mélange ordinairement avec les couleurs à l'huile, dont elle augmente les propriétés couvrantes et siccatives.

Les deux inconvénients les plus graves que présente l'usage du blanc de céruse sont les maladies que cette couleur donne aux ouvriers qui s'en servent, et la facilité avec laquelle les émanations sulfhydriques la noircissent.

On falsifie souvent la céruse avec du sulfate de baryte, du sulfate de chaux, du sulfate de plomb ou de la craie. Le sulfate de baryte surtout est employé à cause de sa grande densité. Plusieurs analyses de céruse du commerce ont donné en centièmes les résultats suivants :

	BLANC de PLOMB SURFIN.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Céruse	85	70	60	40 à 50
Sulfate de baryte.	15	30	40	60 à 50
	100	100	100	100 100

Nous avons indiqué, en faisant l'histoire du carbonate de plomb, le moyen de découvrir de telles fraudes. Il ne faut pas oublier, en s'assurant de la pureté des produits, que dans certains pays on se sert de préférence à la céruse d'un mélange de blanc de plomb et de sulfate de baryte. Dans

ce cas, l'addition du sulfate de baryte ne doit plus être considérée comme une falsification. Du reste, pour simplifier ces recherches, nous donnons la composition des mélanges les plus usités :

	BLANC HOLLANDAIS.	BLANC DE VENISE.	BLANC DE HAMBOURG.
Céruse	1 partie.	1 partie.	1 partie.
Sulfate de baryte.	3 parties.	1 partie.	2 parties.

Les procédés de préparation de la céruse ont été décrits dans le tome III, en parlant du carbonate de plomb.

On trouve quelquefois dans le commerce une couleur nommée *céruse de Mulhouse,* et qui n'est autre chose que du sulfate de plomb. Cette couleur couvre fort mal et est d'un usage restreint.

Divers sels, tels que le sulfite, l'antimoniate, l'antimonite, le tungstate de plomb, ont été substitués au blanc de céruse dans la peinture fine ; mais le prix élevé de ces substances s'oppose à ce que l'usage s'en répande. Elles présentent d'ailleurs les mêmes inconvénients que la céruse.

Céruse d'antimoine. — On emploie quelquefois comme couleur blanche l'oxyde d'antimoine natif, qui se trouve en grande quantité à Bornéo. Ce minerai est réduit en poudre grossière, calciné, lévigé, enfin porphyrisé ; il est assez blanc et couvre bien.

COULEURS JAUNES.

Or. — L'or est une couleur fort solide, que l'on emploie surtout dans la peinture des arabesques et dans la contrefaçon des objets de luxe chinois.

L'or se trouve sous différents états dans le commerce : 1° en feuilles ; 2° en poudre ; 3° en coquilles.

L'or en feuilles livré aux artistes présente des teintes diverses, suivant qu'il est plus ou moins pur. On distingue :

1° L'*or jaune fin*, or ordinaire.

2° L'*or vert*, alliage formé de { argent . . . . . 250 parties. / or. . . . . 750 } — 1000

3° L'*or blanc*, alliage d'or et d'argent fait en proportions variables.

4° L'*or rouge*, alliage formé de { cuivre . . . . . 250 parties. / or. . . . . 750 } — 1000

En broyant ces feuilles d'or avec du miel, on les réduit en une poudre qui possède tantôt un reflet jaune, tantôt un reflet vert. Cette poudre d'or, étant délayée dans une dissolution de gomme arabique pure et appliquée sur des coquilles, forme l'*or en coquilles*, dont on fait un si fréquent usage dans l'enluminure.

La quantité d'or que contient une coquille varie de 1 centigramme à 1 centigramme 1/2.

On désigne sous le nom d'*or en chaux*, la poudre d'or que l'on obtient en traitant par l'acide sulfurique les minerais d'argent aurifères d'Amérique.

L'*or d'Allemagne*, dont on se sert dans l'enluminure des estampes grossières, est un alliage de cuivre et de zinc.

Enfin, en fondant du cuivre et de l'étain dans certaines proportions, on produit un alliage de couleur jaune, qui est connu sous le nom d'*or de Manheim*.

Ocre jaune et ocre rouge. — L'ocre est une combinaison d'argile et d'oxyde de fer qui, selon qu'elle est hydratée ou anhydre, présente une teinte jaune ou une teinte rouge.

L'ocre jaune étant plus répandue que l'ocre rouge, et donnant naissance à cette dernière combinaison par une simple déshydratation, sera d'abord l'objet de notre étude.

La Saxe, la Hollande, la France, dans les départements de la Nièvre, du Cher, de l'Yonne, renferment de grandes quantités d'ocre jaune.

Avant de livrer l'ocre jaune au commerce, on la purifie comme la craie par un lavage, ou bien au moyen d'appareils ventilateurs semblables à ceux dont on se sert pour la fabrication du blanc de zinc.

L'abondance de l'ocre jaune dans la nature, et la grande fixité des teintes de cette substance, la font employer dans une foule de cas: on en consomme de grandes quantités dans la peinture à la détrempe, à la colle, à l'huile, et pour colorer les carreaux d'appartements.

L'ocre jaune, soumise à la calcination, perd de l'eau et se convertit en ocre rouge.

Ce dernier composé, que l'on rencontre aussi dans la nature, en Bohême et en Thuringe, doit être considéré comme une combinaison ou plutôt un mélange d'argile et de peroxyde de fer anhydre. On le désigne dans le commerce sous les noms de *craie rouge*, de *rouge de Prusse*, de *rouge de Nuremberg* et de *terre rouge*. On le vend en fragments grossiers ou en poudre fine; dans ce dernier état, sa couleur est plus claire. Parfois aussi, mais ce cas est plus rare, le commerce le livre sous la forme d'une pâte que l'on obtient en broyant l'ocre rouge avec une petite quantité de chlorure de calcium, qui, en attirant l'humidité de l'air, entretient la consistance pâteuse de la masse.

Quoique l'ocre rouge existe en assez grande quantité dans la nature, on ne se sert que de celle qui provient de la calcination de l'ocre jaune.

Il existe encore cinq espèces d'ocres que l'on a nommées:

Rouge de Venise.
Rouge d'Anvers.
Ocre de rue.
Terre d'Italie.
Terra rosa.

Ces différents corps présentent la même composition que l'ocre ordinaire, mais ils s'en distinguent par leur teinte, qui est plus riche.

Jaune de Mars. — Le jaune de Mars est une couleur belle et solide, dont on se sert en peinture fine. Cette couleur se prépare par deux procédés différents :

1° On précipite par la potasse un mélange formé de parties égales de dissolution d'alun et de sulfate de protoxyde de fer (M. Bourgeois).

2° On traite le sulfate de protoxyde de fer par un lait de chaux; il se forme un précipité verdâtre, qui, exposé à l'air après avoir été lavé, prend la teinte jaune désirée.

La composition du jaune de Mars est donc très-variable, puisque cette dernière méthode donne un mélange de sulfate de chaux et de sesquioxyde de fer.

Par une calcination ménagée et opérée dans des conditions différentes, on transforme le jaune de Mars en *violet*, en *rouge*, en *brun* et en *orangé de Mars* ou *de fer*, dont on se sert dans la peinture fine.

Orpiment (trisulfure d'arsenic). — Ce corps est employé dans la peinture à l'huile. Il forme une couleur d'un beau jaune, mais peu solide, vénéneuse, et qui altère la plupart des couleurs avec lesquelles on la mélange.

Quoique l'orpiment se rencontre dans la nature, on ne se sert dans les arts que de celui qui a été obtenu artificiellement en chauffant un mélange de soufre en fleurs et d'acide arsénieux. L'Allemagne, où cette fabrication s'opère en grand, n'exporte pas moins de 300 000 kilogrammes d'orpiment par année.

On s'est servi, dans ces derniers temps, de dissolutions ammoniacales d'orpiment pour peindre sur le marbre.

Laque minérale. — Cette substance, qui est d'un fort beau violet, résiste à l'action de l'air et de l'hydrogène sulfuré. Elle forme la base du *pink colour* dont on se sert pour colorer la faïence. On peut l'employer dans la peinture à l'huile et à la colle.

La laque minérale se prépare en calcinant pendant quelque temps au rouge sombre un mélange formé de 100 parties d'acide stannique et de 2 parties d'oxyde de chrôme. La masse refroidie présente l'aspect d'un verre brillant qui, pulvérisé, possède une teinte violette magnifique (M. Malaguti).

On peut encore obtenir la laque minérale en opérant de la manière suivante : On verse du bichlorure d'étain dans une dissolution de bichromate de potasse. Il se produit un précipité qu'on jette sur un filtre après l'avoir lavé par décantation. Ce précipité, encore humide, est trituré avec la moitié de son volume d'azotate de potasse, et soumis à une dessiccation lente. Lorsque le mélange est devenu assez consistant pour pouvoir subir la pulvérisation, on le réduit en poudre fine et on l'introduit, par

petites quantités à la fois, dans du nitre en fusion. Il s'établit d'abord une réaction assez vive, qui s'affaiblit ensuite peu à peu, et finit par cesser complétement. On retire alors le creuset du feu et on l'abandonne au repos, afin que la laque minérale qui s'est formée puisse se déposer au fond. On décante le nitre fondu qui surnage, et l'on enlève à l'aide de l'eau chaude la laque restée adhérente aux parois du creuset. Cette laque, ainsi préparée, est d'un jaune pâle. Pour lui donner une teinte violette, il suffit de la laver parfaitement avec de l'eau et de la calciner pendant une ou deux heures dans un fourneau à réverbère.

En employant cette dernière méthode, on évite la production d'une substance particulière qui se forme parfois lorsqu'on calcine l'acide stannique avec l'oxyde d'étain, et qui communique à la laque un reflet grisâtre. (M. LUDERSDORFF.)

Jaune minéral (oxychlorure de plomb). — Le jaune minéral, connu sous les noms de *jaune de Paris*, *jaune de Turner*, *jaune de Cassel*, *jaune de Vérone*, est une couleur très-fixe, qui noircit à peine sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, et que l'on emploie dans la peinture des décors et des équipages.

La nature fournit plusieurs variétés d'oxychlorure de plomb, telles que la *mendipite*, la *berzélite*, la *kérazine*; mais on ne se sert dans les arts que de celui qui a été obtenu d'une manière artificielle. (Voyez tome III, *oxychlorures de plomb*).

On a reconnu que la teinte de l'oxychlorure de plomb, qui varie du jaune pâle au jaune brun, est d'autant moins foncée que le chlorure alcalin mélangé à l'oxyde de plomb était en plus grande quantité. Toutefois les proportions qui doivent fournir la teinte la plus riche sont encore inconnues.

Jaune d'antimoine. — Ce jaune, dont la teinte est très-belle et fort solide, s'emploie dans la peinture fine. Pour l'obtenir, on maintient en fusion, pendant tout le temps qu'il se dégage des vapeurs rutilantes, un mélange formé de 30 parties de bismuth, 240 parties de sulfure d'antimoine et 640 parties d'azotate de potasse; puis on le fait tomber dans de l'eau froide et on le lave longtemps par décantation.

L'antimoine et le bismuth se sont oxydés, et ont formé de l'antimoniate de bismuth, qui reste dans l'eau, à l'état pulvérulent.

On broie alors 1 partie de cet antimoniate de bismuth avec 8 parties de sel ammoniac et 128 parties de litharge; et, après avoir fondu ce mélange dans un creuset, on le coule sur une plaque de fer chaud où il se prend en masse.

Il est facile de comprendre la réaction qui s'est opérée dans ce dernier traitement: au contact de la litharge, l'antimoniate de bismuth s'est converti en antimoniate de plomb, tandis que l'oxyde de bismuth et l'excès de litharge employés ont été transformés en oxychlorures par le sel ammoniac. (M. MÉRIMÉE.)

Le jaune d'antimoine est donc un mélange d'antimoniate de plomb avec de l'oxychlorure de plomb et de bismuth.

Jaune de Naples. — Le jaune de Naples est une couleur fort solide et qui couvre assez bien. Plusieurs procédés ont été proposés pour l'obtenir, mais nous nous bornerons à indiquer la méthode suivante, qui donne le produit le plus beau :

On chauffe doucement dans un creuset un mélange formé de 1 partie d'émétique pur, 2 parties d'azotate de potasse pur et 4 parties de chlorure de sodium. Lorsque la fusion est complète, on laisse refroidir le creuset, et, après l'avoir renversé, on en détache en le frappant légèrement la masse qu'il renferme. Cette masse, qui se compose alors de chlorure de sodium et de jaune de Naples, est épuisée par l'eau ; on la fait ensuite sécher doucement à l'air.

Le chlorure de sodium ne sert dans cette opération qu'à préserver le sel d'antimoine de la réduction. (M. Brunner.)

Jaune de chrôme (chromate de plomb). — Le jaune de chrôme est une couleur très-belle, qui couvre fort bien. On s'en sert surtout pour peindre les équipages.

La teinte du jaune de chrôme varie avec la méthode qui a été employée pour obtenir cette couleur.

Si l'on précipite à chaud le chromate de potasse par l'acétate de plomb, il se produit un chromate de plomb d'une teinte vive et fort riche.

En faisant digérer du sulfate de plomb nouvellement précipité et encore humide avec une dissolution de chromate de potasse, on donne naissance à un chromate de plomb d'un jaune éclatant. Ce sel contient ordinairement une petite quantité de sulfate de plomb qui augmente sa densité. Il couvre bien, et peut être livré à bas prix au commerce.

(M. Liebig.)

Les deux jaunes de chrôme dont nous venons de parler sont neutres et de couleur citrine. On trouve aussi dans le commerce des jaunes de chrôme basiques d'une teinte orange. Ces derniers sels s'obtiennent :

1° En attaquant à l'ébullition le chromate de potasse par la céruse. Il se produit du carbonate de potasse et un chromate basique de plomb qui, après avoir été lavé et calciné au rouge, présente une teinte écarlate.

2° En attaquant au rouge le chromate de plomb par l'azotate de potasse. Il se forme du chromate de potasse et du chromate de plomb basique d'un beau rouge de cinabre. (MM. Liebig et Wœhler.)

3° En faisant digérer à froid du carbonate de plomb nouvellement précipité et encore humide avec une solution de chromate de potasse. Le jaune de chrôme préparé par cette méthode est d'une teinte jonquille.

(M. Winterfeld.)

4° En traitant à l'ébullition le chromate de plomb par un lait de chaux.

Ce dernier procédé est fort économique ; il donne une couleur de bonne qualité.

Le produit désigné sous le nom de *jaune de Cologne* est un mélange de 25 parties de chromate de plomb, de 60 parties de sulfate de chaux et de 15 parties de sulfate de plomb. (M. Boutron.)

On se sert aussi en peinture du jaune indien, de la résine de gommegutte, de la matière colorante du curcuma. Ces trois substances sont peu employées. Disons, en terminant l'étude des principales couleurs jaunes, que dans ces dernières années on a proposé de remplacer le chromate de plomb par le chromate de zinc. Ce sel présente une teinte très-belle et qui est inaltérable à l'air. Il ne noircit pas sous l'influence de l'hydrogène sulfuré ; il couvre parfaitement bien et se mélange facilement avec toutes les couleurs ; il est exempt en outre des qualités toxiques du chromate de plomb. (MM. Barruel et Leclaire.)

COULEURS ROUGES.

Massicot, minium, litharge. — Ces trois corps forment des couleurs solides, inoffensives, et dont on se sert fréquemment en peinture.

Colcothar, rouge d'Angleterre (sesquioxyde de fer). — Le colcothar est inaltérable à l'air et peut se mélanger avec toutes les couleurs sans les décomposer. On l'obtient en calcinant le sulfate de protoxyde de fer, ou bien en précipitant ce sel par le carbonate de soude et en chauffant au rouge le précipité qui s'est formé.

Rouge brun. — Le rouge brun est un mélange de minium et d'oxyde de fer assez employé dans la peinture à l'huile. On le prépare en fondant ensemble dans un creuset 1 partie d'oxyde de fer et 10 parties de minium.

Réalgar (bisulfure d'arsenic). — Les terrains primordiaux renferment une assez grande quantité de réalgar ; mais on ne se sert en peinture que de celui qui a été obtenu en calcinant un mélange intime de 8 parties d'acide arsénieux et de 4 parties de fleurs de soufre.

Ce réalgar artificiel est d'un rouge foncé. Il couvre bien ; mais sa faible solidité et ses propriétés vénéneuses en bornent l'emploi à un petit nombre de cas.

Carmin de cochenille. — On prépare pour la peinture une riche couleur rouge désignée sous le nom de *carmin*. Nous donnons ici les différents procédés de préparation de cette couleur.

1° On fait bouillir pendant vingt minutes dans une chaudière qui ne reçoit la chaleur que dans la partie inférieure :

Cochenille	500 grammes.
Soude d'Alicante	7,6
Eau	18 litres.

Dans le vase retiré du feu, on ajoute :

Alun pur	24 grammes.
Crème de tartre	4

Le mélange, bien agité, passe successivement de la teinte violacée à la teinte rosée et au rouge vif : on y voit déjà en suspension quelques flocons de carmin. La liqueur est décantée à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'elle ne laisse plus déposer aucune portion de cochenille. On y ajoute alors deux blancs d'œufs bien battus, on agite convenablement, et si le carmin ne nage pas en flocons dans la liqueur, on la chauffe jusqu'à ce qu'il se produise à sa surface. On laisse reposer ; la matière, décantée avec soin, est lavée, jetée sur une toile, et séchée ensuite à 30° dans une étuve.

2° Dans la préparation que nous venons de décrire, on ne retire ordinairement que 24 grammes de carmin ; mais on en obtient encore 12 grammes environ, si dans la liqueur décantée et portée à l'ébullition, on projette deux blancs d'œufs battus. Ce carmin est presque aussi beau que le premier ; mais comme il est grenu, il se délaye mal et convient peu pour la peinture.

3° *Carmin à la colle.* — On fait bouillir pendant quelques minutes dans 40 litres d'eau :

Cochenille	500 grammes.
Sous-carbonate de potasse	14

Le vase étant retiré du feu, on y projette 32 grammes d'alun en poudre, et, après avoir agité et laissé reposer, on décante soigneusement. La liqueur est remise sur le feu et additionnée de 14 grammes de colle de poisson dissoute dans une suffisante quantité d'eau et passée au tamis de soie. Lorsque le carmin apparaît à la surface du bain, le vase est retiré du feu, et après avoir agité de nouveau pendant un quart d'heure, on laisse déposer ; ensuite le liquide est décanté et la matière est mise à sécher après un dernier lavage.

Le carmin qui a subi une ébullition est moins vif que celui qui a été préparé à une température peu élevée. L'ébullition n'a pour but que de favoriser la combinaison du carmin avec la colle ou l'albumine et d'en déterminer le dépôt ; pour obvier aux inconvénients de cette ébullition, on peut verser dans la liqueur, qui a déjà reçu la colle de poisson, une dissolution étendue de chlorure d'étain. Cette addition doit être faite avec beaucoup de précaution, à plusieurs reprises et jusqu'à ce que le carmin se sépare : un excès de chlorure communiquerait au produit une couleur brune. Le carmin préparé à la colle est aussi beau et plus léger que celui qu'on prépare au blanc d'œuf.

On utilise le résidu de la cochenille dont on a retiré le carmin pour la préparation des *laques carminées.* Dans une décoction de ce résidu, on verse une dissolution d'alun et quelques gouttes de chlorure d'étain ;

puis on ajoute dans la liqueur filtrée une dissolution de carbonate de soude, qui précipite l'alumine. La décoction, abandonnée à elle-même pendant un certain temps, entre en fermentation, et produit alors une belle matière colorante écarlate qui se combine facilement avec l'alumine en gelée, pour former une laque.

On mêle quelquefois de l'extrait de bois de Brésil à la cochenille. Cette falsification se reconnaît en traitant la cochenille par l'eau et soumettant ensuite cette eau à l'action du bichromate de potasse : la liqueur, légèrement chauffée, prend une teinte brun foncé.

Cinabre, vermillon (sulfure de mercure). — Le cinabre, dont on fait grand usage dans la peinture à l'eau et à l'huile, est dépourvu de solidité. On le prépare par voie sèche et par voie humide : dans ce dernier cas on lui donne le nom de *vermillon.*

Nous avons fait connaître, dans le tome III, les différentes méthodes que l'on a proposées pour obtenir de beau sulfure de mercure.

Laque de garance. — La laque de garance est une couleur inoffensive et très-solide. On s'en sert dans la peinture à l'eau et dans la peinture à l'huile.

Telle qu'on la rencontre dans le commerce, la garance est tantôt d'un rouge sombre, tantôt d'un rouge clair légèrement jaunâtre. On lui donne dans le premier cas le nom de *garance palus*, dans le second cas le nom de *garance rosée.* Cette différence de teinte est produite par la nature du terrain dans lequel la plante a pris son accroissement. La garance palus croît surtout dans les anciens marécages desséchés, ce qui lui a valu cette dénomination. La plante trouve, dans les abondants détritus végétaux et animaux que le sol renferme, des carbonates alcalins qui servent à la production de la substance colorante. On récolte la garance rosée dans les terrains légers qui ne renferment qu'une petite quantité d'humus.

Les marques suivantes, adoptées par les fabricants, indiquent la nature et la richesse des différentes espèces de garances d'Avignon :

O, ou *nulle*, c'est-à-dire de mauvaise qualité.
P, ou *palus.*
P P, ou *palus pur.*
R, ou *rosée.*
P R, ou *mi-palus, mi-rosée.*

La laque de garance s'obtient par plusieurs procédés :

1° On fait macérer à deux ou trois reprises 2 kilos de racine de garance dans de l'eau froide, afin d'enlever une matière colorante d'un jaune fauve qui altérerait la teinte de la laque. La racine, ainsi purifiée, est traitée à une douce chaleur par une dissolution de 1 kilogramme d'alun dans 12 kilogrammes d'eau. Au bout de deux ou trois heures, on filtre la liqueur et l'on y ajoute peu à peu une dissolution de carbonate de soude

pur, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de laque ; on recueille celle-ci. on la lave et on la sèche. (Robiquet et Colin.)

2° On traite pendant un quart d'heure environ parties égales d'alun et de garance par 10 parties d'eau bouillante. En filtrant alors la liqueur, la neutralisant par une dissolution de carbonate de soude, et la portant à l'ébullition, on produit du sulfate d'alumine tribasique qui se précipite, entraînant avec lui toute la matière colorante. La laque ainsi préparée doit subir un lavage prolongé avant d'être livrée au commerce. (M. Persoz.)

Ce dernier mode de préparation permet d'utiliser la garance qui a déjà servi à la teinture.

On se sert aussi dans la peinture de quelques couleurs rouges dont voici la liste :

Scarlet (bi-iodure de mercure).....	Couleur rouge très-belle, dont on se sert en miniature, et qui se précipite lorsqu'on mélange deux dissolutions, l'une d'iodure de potassium, l'autre de bichlorure de mercure.
Pourpre de Cassius.....	Dont on fait usage en miniature, et qui s'obtient en précipitant une dissolution de chlorure d'or par un mélange de protochlorure et de bichlorure d'étain.
Carmin de garance.....	Produit en faisant réagir l'acide sulfurique concentré sur la garance d'Avignon : on l'emploie dans la miniature.
Laque de Fernambouc.....	Couleur facilement altérable, employée pour peindre les décors, et qu'on prépare en traitant le bois de Fernambouc par une dissolution bouillante d'alun additionnée de craie et d'amidon.
Violet végétal.....	Couleur obtenue en faisant agir les sels de plomb sur l'hématoxyline.
Chaux métallique (arséniate de protoxyde de cobalt).....	Couleur dont on fait usage dans la peinture à l'huile, et qu'on obtient en grillant à l'air l'arséniure de cobalt.
Bol d'Arménie.....	Couleur assez belle, présentant, par sa composition et ses propriétés, la plus grande analogie avec l'ocre rouge.

COULEURS BRUNES.

Brun Van Dyck. — Le brun Van Dyck est une couleur solide dont on se sert dans la peinture à l'eau et à l'huile. On le produit en calcinant à plusieurs reprises l'ocre jaune ou le colcothar.

Terre d'ombre. — Cette substance, qu'on trouve dans l'île de Chypre, est employée comme couleur d'application ; elle présente la composition suivante :

Oxyde de fer hydraté	48
Oxyde de manganèse	20
Silice	13
Alumine	3
Eau	14
	98

(KLAPROTH.)

Terre de Cologne. — Ce corps est une couleur solide fort employée dans la peinture à l'huile. On le rencontre dans les terrains sédimentaires à Bruhl et à Liblar, près de Cologne.

Bistre. — Le bistre, dont on se sert en peinture pour obtenir les tons plats, est le résidu du traitement par l'eau de la suie de bois.

Terre de Sienne. — Ce corps se rencontre dans les environs de Sienne. On s'en sert pour obtenir la nuance acajou dans la peinture en bâtiments. Le commerce la livre à l'état naturel et *brûlée* ou *calcinée*. Dans ce dernier état, elle présente une teinte rougeâtre particulière, qui est très-recherchée.

Sépia. — Le sépia est une couleur inoffensive qui fournit des teintes très-belles et très-fixes. On l'emploie surtout dans la peinture à l'eau. Elle se rencontre, sous l'aspect d'une liqueur noirâtre, dans la vessie de la sèche, céphalopode assez répandu dans la Méditerranée. Ces vessies, séparés de l'animal et séchées au soleil, sont unies les unes aux autres en forme de chapelet et livrées au commerce.

Pour obtenir la sépia à l'état de poudre impalpable, il faut l'extraire de la vessie qui la renferme, la triturer avec une dissolution concentrée de carbonate de potasse, faire bouillir ce mélange pendant vingt minutes, et, après avoir filtré la liqueur, la neutraliser par un acide ; la matière colorante qui se précipite est lavée avec soin et séchée à une douce chaleur.

Il existe encore plusieurs couleurs brunes moins importantes et dont voici les noms :

Brun de manganèse, obtenu avec le bioxyde de manganèse.
Brun doré de plomb, obtenu avec le bioxyde de plomb.
Brun de Prusse, obtenu avec le bleu de Prusse.
Bitume.
Ulmine, obtenue avec le sucre et les acides.
Brun de chicorée, obtenu avec la racine de chicorée.

COULEURS NOIRES.

Charbons végétaux et animaux. — On fait usage en peinture de deux espèces de charbon : l'une provient de la carbonisation incomplète du

bois ou de certaines parties des plantes; l'autre est le résidu de la calcination en vase clos des os ou de l'ivoire.

Les charbons végétaux sont désignés sous les noms de:

Noir de pêche. (Noir employé en Angleterre pour obtenir la nuance vieux gris, *old gray*.)
Noir de hêtre. (Noir avec lequel on prépare le gris d'argent connu sous le nom de *bleu de hêtre*.)
Noir de liége.
Noir de vigne. (Noir qui, mélangé avec le blanc d'argent, donne un beau gris d'argent.)
Noir de châtaigne.
Noir de Francfort.
Noir d'Allemagne.

NOIRS DE FUMÉE.

Il existe plusieurs noirs de fumée: les plus employés sont les noirs de fumée de résine et de lampe.

Ces noirs sont ordinairement mélangés avec des substances étrangères et présentent une odeur désagréable. On peut les *dégraisser*, c'est-à-dire les purifier, soit en les calcinant jusqu'au rouge à l'abri du contact de l'air, soit en les traitant par une dissolution de potasse étendue et chaude; dans ce dernier cas, après que le noir s'est déposé, on décante la liqueur et on lave jusqu'à ce que l'eau soit devenue insipide et inodore.

Noir de fumée de résine. — On le prépare en brûlant des matières résineuses dans une marmite de fonte placée sur un fourneau, et en condensant les produits de la combustion dans une chambre de bois de sapin dont les parois sont recouvertes de peaux de mouton destinées à retenir le noir de fumée.

On peut aussi faire rendre les produits de la combustion dans une grande chambre de maçonnerie séparée vers le milieu par une toile dont le tissu arrête le noir de fumée entraîné par le courant d'air qui s'établit entre le foyer et une cheminée pratiquée un peu plus loin que la toile.

Noir de lampe. — Le noir de lampe présente l'aspect d'une poudre fine et brillante. Cette couleur s'obtient ordinairement en brûlant l'huile qui se forme dans la distillation des os et des graisses communes. Les produits de la combustion passent d'abord dans un cylindre de tôle où se déposent presque toutes les impuretés, tandis que le noir, qui est plus léger, se rend dans une suite de cylindres de toile à mailles très-fines, où on le retrouve après l'opération à l'état de poudre impalpable.

Encre de Chine. — L'encre de Chine, dont on se sert surtout dans les lavis, est formée de noirs très-divisés, qu'on rend adhérents au moyen d'une substance gluante, telle que la gomme ou la gélatine.

Pour l'obtenir, il faut prendre de la colle de Flandre et la traiter à

l'ébullition par une eau additionnée d'une petite quantité d'acide sulfurique, jusqu'à ce que la liqueur cesse de se prendre en masse par le refroidissement. En saturant alors l'acide par la craie et en filtrant la dissolution, on obtient une liqueur parfaitement transparente, que l'on mélange avec un extrait concentré de noix de galle. Il se forme aussitôt un précipité blanc, qu'on lave et que l'on dissout ensuite à chaud dans de la colle clarifiée comme nous venons de l'indiquer; on concentre la liqueur jusqu'au point où, mélangée avec le noir de fumée, elle forme une pâte assez consistante pour pouvoir être moulée. On introduit alors ce mélange dans des moules de terre cuite qui, en absorbant l'humidité, permettent d'enlever facilement les bâtons d'encre de Chine. On fait ensuite sécher ces bâtons sous la cendre chaude, afin d'éviter qu'ils ne se fendillent. (M. Mérimée.)

La qualité de l'encre de Chine dépend de la nature, des proportions du charbon et de la colle dont elle est formée. On a reconnu que le noir de fumée de résine est, de tous les noirs, celui qui donne à l'encre la teinte la plus foncée et la plus stable. Quant aux proportions de colle et de charbon, elles ne peuvent être déterminées que par tâtonnements. On peut cependant s'assurer par deux essais que le mélange est convenablement opéré. On imprègne d'encre un pinceau et une plume, on passe l'une sur du papier et l'autre sur de la porcelaine. Si la couche appliquée sur la porcelaine est brillante, c'est un signe que la colle est en quantité suffisante; si l'encre qui se trouve sur le papier n'est point, après sa dessiccation, détrempée par un pinceau humide, on est assuré que la colle n'est point en excès.

A ces deux indices de la bonne qualité de l'encre de Chine, on peut ajouter ceux qui suivent: une teinte d'un beau noir foncé tirant sur le bleu ou sur le roux, une cassure nette et brillante, une faible densité, une pâte fine, homogène, non fendillée.

On se sert parfois aussi en peinture du noir de fumée de houille et du noir de bougie. Ce dernier noir se prépare en brûlant des bougies au-dessous d'une plaque métallique sur laquelle le noir vient se condenser.

COULEURS BLEUES.

Bleu de Prusse. — Ce corps, tel qu'on le trouve dans le commerce, se présente sous la forme de pains d'un bleu foncé à reflets cuivrés. On s'en sert fort peu pour la peinture à l'huile. Son principal usage est dans la fabrication des papiers de tenture et dans la peinture à l'aquarelle.

Le bleu de Prusse, s'altérant facilement sous l'influence de la radiation solaire, doit, autant que possible, n'être appliqué que sur des objets placés à l'ombre. Il est en outre indispensable, lorsqu'on l'emploie à

l'huile, de ne le mélanger avec ce dernier corps qu'au moment de s'en servir, parce qu'il se *graisse* et s'étend alors difficilement.

Les divers procédés par lesquels on produit le bleu de Prusse reviennent tous à précipiter un sel de fer au maximum, par le cyanoferrure de potassium.

Bleu Thenard. — Ce bleu, qui présente une grande solidité, s'obtient en calcinant un mélange intime de phosphate de cobalt et d'alumine pure.

La teinte du bleu cobalt varie avec les proportions d'alumine qui ont été employées pour le préparer. On produit un bleu pâle en calcinant 4 parties d'alun avec 1 partie de phosphate de cobalt; en chauffant 1 partie de ce phosphate avec 1 partie d'alun, on obtient un bleu verdâtre.

Il paraît démontré que l'acide phosphorique n'intervient pas dans la réaction, car on peut produire une couleur comparable par sa beauté au bleu Thenard, en chauffant fortement de l'alumine qui a été mouillée avec une dissolution d'azotate de cobalt. Le bleu Thenard doit donc être considéré comme une combinaison d'alumine et d'oxyde de cobalt dans un état d'oxydation encore indéterminée.

Smalt. — Nous complétons ici les détails précédemment donnés sur le smalt.

Pour se procurer le smalt destiné à la peinture, on mêle de la mine de cobalt grillée et tamisée (safre) avec du sable et de la potasse pure, puis on fond ce mélange dans un vase de terre muni à la partie inférieure d'un trou que l'on peut déboucher à volonté.

La masse fondue se compose de trois couches distinctes: la couche inférieure est du speiss; la couche supérieure, nommée *fiel de verre*, est un mélange de chlorure de potassium, de sulfate, de silicate et d'arséniate de potasse; enfin la couche intermédiaire (verre bleu) est le smalt. Après avoir retiré, à l'aide d'une cuiller de fer chaude, la couche de fiel de verre qui occupe la surface, on fait écouler au dehors, par l'ouverture inférieure, le speiss fondu, puis on enlève le smalt que l'on projette dans de l'eau froide. Les creusets de terre sont alors rechargés pour une nouvelle opération.

Le smalt, retiré de l'eau, est pulvérisé, lavé avec soin, et séparé par lévigation en différentes qualités.

Comme la teinte du smalt est d'un bleu d'autant plus foncé que l'arsenic est en moindre quantité dans le minerai de cobalt, on a proposé de fabriquer le smalt avec de l'oxyde de cobalt pur. Le produit ne laisse alors plus rien à désirer sous le rapport de la teinte, mais son prix élevé en restreint beaucoup l'emploi.

Le smalt le plus grossier sert comme sable pour sécher l'écriture, le reste est employé dans la peinture à l'eau.

Outremer. — La solidité et la vivacité de la teinte de cette couleur la rendent extrêmement précieuse pour la peinture.

Comme nous l'avons dit (tome II, page 430), on a longtemps retiré l'outremer d'un minéral assez rare, le *lapis lazuli;* mais aujourd'hui on ne fait usage que de l'outremer artificiel. Le prix de l'outremer naturel surfin, qui s'élevait encore en 1828 à 200 francs les 30 grammes, s'est réduit à 50 francs le kilogramme, dès que cette production artificielle a été trouvée.

Bleu de montagne (carbonate de cuivre basique). — Voici quelques nouveaux détails sur les propriétés de cette couleur.

La fixité et la richesse de ton du bleu de montagne le font considérer comme une bonne couleur; mais la nature ne l'offrant qu'en petites quantités, on a dû rechercher le moyen de le produire artificiellement. Plusieurs fabricants anglais sont parvenus, par un procédé qu'ils tiennent secret, à préparer un bleu artificiel comparable au bleu de montagne; après bien des essais, l'industrie française a obtenu de son côté un corps assez beau, désigné sous le nom de *cendres bleues*, mais qui ne peut rivaliser avec le bleu anglais.

Les procédés employés en France pour produire les cendres bleues sont au nombre de deux :

Le premier procédé consiste à décomposer par la chaux l'azotate de cuivre dissous, et après avoir lavé le précipité qui s'est formé, le calciner avec 8 pour 100 de son poids de chaux vive. (PELLETIER.)

Le second procédé consiste : 1° à faire agir un mélange de chaux et de potasse sur le carbonate de cuivre bibasique, qui se forme lorsqu'on traite une dissolution de chlorure de cuivre par la chaux éteinte; 2° à agiter dans de grands vases de grès, avec du sulfate de cuivre et du sel ammoniac dissous, le mélange de carbonate et d'oxyde de cuivre qui s'est produit; 3° à séparer par décantation, après quatre ou cinq jours, le précipité qui se trouve au fond du vase, et à le faire sécher à une douce chaleur. Il porte alors le nom de cendres bleues en poudre.

Les fabricants de papier se servent de ces cendres bleues avant leur dessiccation et leur donnent le nom de *bleu en pâte.* Les cendres bleues en poudre couvrent mal, et ne sont employées que dans la peinture des décors.

Le dernier mode de production que nous venons d'indiquer donne un bleu plus riche, à cause de la réaction qui s'opère entre le sel de cuivre et l'ammoniaque, mais ce bleu est très-instable. Aussi presque tous les papiers de tenture colorés avec ce dernier bleu passent-ils très-rapidement. Cependant ce procédé est aujourd'hui plus employé que celui de Pelletier.

Indigo. — L'indigo s'emploie dans la peinture à l'eau et dans la peinture à la colle, pour lesquelles il fournit des nuances d'un bleu magnifique; mais cette couleur s'altère promptement sous l'influence de la radiation solaire.

L'indigo que livre le commerce, et qui n'a pas été falsifié, renferme ordinairement :

Du gluten;
Un principe colorant brun;
Un principe colorant rouge;
Un principe colorant bleu;
De la fécule;
De la silice;
De l'alumine;
De l'oxyde de fer;
De la chaux.

(Berzelius.)

On trouvera des détails complets sur l'indigo à la page 199.

On se sert encore dans la peinture : 1° du *carmin bleu*, précipité obtenu en versant de la potasse dans une dissolution de bleu de Saxe; 2° du *platt d'indigo*, mélange de bleu de Prusse, d'indigo, de smalt, d'amidon et de farine de riz; 3° de l'*outremer de cobalt*, combinaison de l'oxyde de cobalt avec l'alumine.

COULEURS VERTES.

Terre verte de Vérone. — La terre verte de Vérone est une couleur inoffensive et très-fine, qui sert surtout dans la peinture de paysage et de marine.

On la rencontre dans la nature en masses terreuses ou en petits granules incrustés irrégulièrement dans les roches amygdaloïdes, dans les basaltes et dans les porphyres.

La terre de Vérone, qui est, à l'état naturel, d'un vert céladon, devient d'un vert clair lorsqu'on la réduit en poudre; le frottement la rend brillante; sa texture est grenue. Elle exhale, par immersion dans l'eau, l'odeur qui est commune aux argiles. Sa composition, d'après une analyse faite sur un échantillon rapporté de Vérone, est la suivante :

Silice	51,25
Alumine	7,25
Protoxyde de fer	20,72
Magnésie	6,16
Soude	6,21
Eau	4,49
Protoxyde de manganèse	traces.

(M. Delesse.)

On n'a pu encore déterminer à quelle substance est due la coloration verte de la terre de Vérone.

Vert de chrôme (oxyde de chrôme). — Cette couleur, qui est très-belle

et très-solide, se mélange facilement avec toutes les couleurs; mais elle est d'un prix très-élevé. Le vert-émeraude, qui est le plus beau de tous les verts de chrôme, coûte 140 francs le kilogramme.

Nous avons déjà fait connaître précédemment les méthodes employées pour obtenir l'oxyde de chrôme.

La calcination du bichromate de potasse avec la fécule de pomme de terre fournit un oxyde de belle qualité, et qui peut être livré au commerce au prix de 1 fr. 20 à 1 fr. 30 le kilogramme. (M. Binder.)

Vert Guignet. — M. Guignet a réussi à reproduire par un procédé très-simple la belle couleur vert-émeraude que l'on connaissait dans le commerce sous le nom de vert Pannetier, mais dont la préparation avait été tenue secrète.

Un four à réverbère est maintenu constamment au rouge sombre ; on y introduit un mélange, en proportions équivalentes, d'acide borique, de bichromate de potasse et d'eau.

Aussitôt que la réaction est terminée, on retire la matière avec un ringard et on la plonge encore toute chaude dans l'eau froide.

Le produit, ainsi désagrégé, est soumis à un lessivage complet, puis broyé avec soin.

Il s'emploie en grande quantité pour l'impression des tissus, et remplace avantageusement les verts Amiens à l'arsenic.

Le vert Guignet est un hydrate de chrôme qui a pour formule $Cr^2O^3,2HO$.

Vert-de-gris.— Le vert-de-gris est une combinaison peu stable et très-vénéneuse d'acétate bibasique et d'acétate tribasique de cuivre.

Cette couleur, dont nous avons déjà indiqué la préparation (tome IV, page 194), se rencontre dans le commerce sous deux aspects différents: elle est tantôt d'un vert clair, tantôt d'un bleu verdâtre. Cette dernière teinte paraît due à un excès d'acétate sesquibasique.

Verdet. — Le verdet forme de gros prismes rhomboïdaux, d'un vert très-foncé et d'une saveur astringente et sucrée. Cette couleur, peu solide et très-vénéneuse, est d'un usage restreint. On obtient, en la dissolvant dans une eau alcaline, une liqueur verte connue sous le nom de *vert d'eau*, et assez employée pour les lavis.

Le verdet, qui se prépare en attaquant le vert-de-gris par l'acide acétique, est mélangé parfois frauduleusement avec du sulfate de fer ou du sulfate de cuivre. Ces falsifications peuvent être reconnues au moyen du chlorure de baryum, qui ne doit pas troubler la dissolution de verdet, et au moyen de l'ammoniaque, qui doit dissoudre ce sel sans laisser de résidu.

Vert de Scheele (arsénite de cuivre.) — Le vert de Scheele, dont la teinte verte se modifie assez rapidement, surtout sous l'influence de l'humidité, sert également dans la peinture à l'eau et à l'huile; on en fait aussi usage dans la fabrication des papiers peints.

Ce sel est excessivement vénéneux : on a constaté, depuis une vingtaine

d'années, que les papiers qui en sont imprégnés ont sur l'air des appartements une influence dangereuse, due sans doute au gaz hydrogène arséniqué que l'arsénite de cuivre, exposé à l'air, dégage en se décomposant. (MM. GMELIN et LOUYET.)

La préparation du vert de Scheele a été indiquée en faisant l'histoire des arsénites de cuivre.

Vert de Schweinfurt. — Le vert de Schweinfurt est une couleur d'une teinte aigue-marine très-belle, inaltérable à l'air, plus solide, plus brillante et beaucoup moins vénéneuse que le vert de Scheele, auquel elle est généralement préférée.

Cette couleur est souvent falsifiée avec du sulfate de baryte et du sulfate de chaux. On reconnaît que le vert de Schweinfurt est pur, lorsque les acides azotique et chlorhydrique le dissolvent entièrement, et que la dissolution n'est point troublée par le chlorure de baryum.

Bronze. — On distingue dans la peinture le bronze naturel et le bronze faux. Des alliages de cuivre et d'autres métaux, réduits en poudre, fournissent le bronze naturel. Le bronze faux s'obtient en mélangeant de la céruse, du noir de fumée, du jaune de chrôme et du bleu de Prusse.

Le bronze naturel présente une teinte jaunâtre qui se change bientôt en jaune-brun.

Pour obtenir cette couleur, on broie avec du miel des feuilles minces de bronze, et, après avoir enlevé avec de l'eau chaude le miel qui a servi à faciliter la trituration, on fait sécher la poudre métallique.

A Nuremberg, on triture la poudre de laiton avec de l'huile d'olive, et l'on produit ainsi un bronze de très-belle qualité.

Nuremberg livre au commerce la poudre de bronze par paquets de 30 grammes et sous les noms suivants :

Bronze florentin ou cramoisi;
Bronze doré rouge ;
Bronze doré pâle ;
Bronze blanc ;
Bronze vert.

On désigne sous le nom de *bronze blanc* de la poudre d'étain que l'on prépare en agitant, jusqu'à refroidissement complet, de l'étain en fusion dans une boîte sphérique de bois.

L'*argent mussif* est un alliage de bismuth, d'étain et de mercure qui, ainsi que le bronze blanc, s'emploie pour obtenir en peinture la teinte du fer.

On fait encore usage en peinture des couleurs vertes suivantes :

Ocre verte	Mélange de cyanure de fer vert et de terres alcalines.
Vert de Prusse	Cyanure de fer et de cobalt.

Cinabre vert	Mélange en proportions variables de chromate de plomb et de bleu de Prusse.
Vert de montagne, ou vert de Brême	Carbonate de cuivre basique.
Cendres vertes	Mélange de sulfate et d'arsénite de cuivre.
Vert de Mitis	Arséniate de cuivre.
Vert Paul Véronèse	Arséniate de cuivre obtenu par un procédé secret.
Vert Milory	Dont la composition est inconnue.
Vert anglais	Mélange d'arsénite de cuivre et de sulfate de baryte ou de sulfate de chaux.
Vert minéral	Mélange de vert de Scheele, de céruse, d'oxyde noir de cuivre, de bleu de montagne et d'acétate de plomb
Vert de vessie	Laque obtenue avec la matière colorante du nerprun.
Vert d'Iris	Préparé en faisant digérer de l'épiderme d'iris avec une solution d'alun.

CHIMIE ANIMALE

La chimie animale comprend l'étude des principes immédiats que l'on retire de l'organisation animale, et de leurs dérivés, ainsi que l'examen chimique et physiologique des principaux liquides et des tissus qui entrent dans la constitution des animaux.

Nous ferons connaître d'abord les propriétés des principes immédiats dont nous présentons ici les noms et les formules, ainsi que les dérivés que l'on en obtient par l'action des agents chimiques; nous traiterons ensuite des liquides et des tissus provenant de l'organisation animale, ainsi que du rôle qu'ils jouent dans l'économie.

Les principes immédiats que l'on retire de l'organisme animal sont assez nombreux. Un certain nombre d'entre eux peuvent être produits artificiellement; nous citerons parmi ces derniers l'urée, la leucine, la tyrosine et la taurine.

Urée	$C^2H^4Az^2O^2$.
Acide urique	$C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.
Allantoïne	$C^8H^6Az^4O^6$.
Cystine	$C^6H^6AzO^4S^2$.
Xanthine	$C^{10}H^4Az^4O^4$.
Hypoxanthine	$C^{10}H^4Az^4O^2$.
Sarcine	$C^{10}H^4Az^4O^2$.
Guanine	$C^{10}H^5Az^5O^2$.
Acide rosacique	»
Acide cyanurénique	»
Acide hippurique	$C^{18}H^8AzO^5,HO$.
Créatine	$C^8H^9Az^3O^4,2HO$.
Créatinine	$C^8H^7Az^3O^2$.
Inosite	$C^{12}H^{12}O^{12},4HO$.
Acide inosique	$C^{10}H^6Az^2O^{10},HO$.
Acide cholique	$C^{52}H^{42}AzO^{11},HO$.
Acide choléique, ou taurocholique	$C^{52}H^{45}AzO^{14}S^2$.
Acide hyocholique	$C^{50}H^{48}AzO^{10}$.
Acide chénocholique	»
Acide lithofellique	$C^{40}H^{36}O^6$.
Cholestérine	$C^{52}H^{44}O^2$.
Taurine	$C^4H^7AzS^2O^6$.
Leucine	$C^{12}H^{13}AzO^4$.
Tyrosine	$C^{18}H^{11}AzO^6$.
Excrétine	$C^{78}H^{78}SO^2$.
Matière glycogène	$C^{12}H^{12}O^{12}$.
Hématocristalline	»

Hématoïdine	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},HO$.
Fibrine	»
Fibroïne	»
Albumine	»
Paralbumine	»
Globuline	»
Gélose	»
Caséine	»
Vitelline	»
Ichthine	»
Chitine	»
Ichthyline	»
Ichthidine	»
Émydine	»
Osséine	»
Gélatine	»
Chondrine	»
Conchyoline	»

URÉE. $C^{2}H^{4}Az^{2}O^{2}$.

Ce corps, découvert en 1772 par Rouelle le jeune, a été obtenu pour la première fois à l'état de pureté, en 1799, par Fourcroy et Vauquelin.

Propriétés. — L'urée cristallise en longs prismes à quatre pans appartenant au système du prisme droit à base carrée; ses cristaux sont incolores, inodores, d'une saveur fraîche comme celle de l'azotate de potasse. Elle est très-soluble dans l'éther. Elle cristallise facilement de sa solution alcoolique bouillante, car elle est cinq fois plus soluble dans l'alcool chaud que dans l'alcool froid.

L'urée se comporte dans ses principales réactions comme une véritable base organique; elle forme avec les acides des sels parfaitement définis, qui sont anhydres lorsque l'acide, comme l'acide chlorhydrique, ne contient pas d'oxygène, et qui renferment 1 équivalent d'eau de constitution quand l'acide est oxygéné. C'est aussi ce qui a lieu pour les sels ammoniacaux. (M. Regnault.)

Cependant l'urée s'éloigne, sous quelques rapports, des autres alcalis organiques. Elle est sans action sur les réactifs colorés, et, en outre, elle ne peut être combinée avec certains acides, tels que les acides lactique, hippurique, carbonique, sulfhydrique, etc.

L'urée, mise en contact avec des sels hydratés, les déshydrate, quoiqu'elle soit très-peu hygrométrique. Lorsqu'on la mêle, par exemple, avec du sulfate de soude réduit en poudre, le mélange devient subitement liquide: il est vraisemblable que l'urée s'unit dans ce cas avec le sel déshydraté.

L'urée, en agissant sur les éléments de l'eau, se transforme en carbonate d'ammoniaque :

$$C^2H^4Az^2O^2 + 4HO = 2(AzH^3,CO^2,HO).$$

On voit par ce caractère que l'urée peut être assimilée aux amides; sa composition, du reste, en fait un isomère de la carbamide. D'après M. Natanson (*Ann. chim. phys.*, t. XLVIII, p. 109), ces deux corps sont identiques; il a pu produire de l'urée par l'action de l'ammoniaque sur le carbonate d'éthyle.

Cette transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque a lieu directement en exposant à 140° une dissolution aqueuse d'urée dans un tube scellé à la lampe. Elle ne se manifeste à la température ordinaire qu'avec une extrême lenteur, lorsque l'urée est pure; mais si ce corps est mêlé à certains ferments, et particulièrement avec la matière animale floconneuse que l'urine laisse déposer après avoir été exposée pendant quelque temps à l'air, sa transformation en carbonate d'ammoniaque se fait en peu de jours. Les urines putréfiées ne contiennent plus d'urée, mais du carbonate d'ammoniaque provenant de sa décomposition.

Les alcalis et les acides hydratés déterminent, comme les ferments, la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque.

L'urée fond à 120°; à une température un peu plus élevée, elle se décompose, laisse dégager de l'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, et se convertit en amméline $C^6H^4Az^4O^4$. Si la température s'élève davantage, l'amméline donne de l'acide cyanurique. Ce dernier acide, chauffé lui-même plus fortement, subit une transformation isomérique et se change en acide cyanique, qui distille, et qu'on peut obtenir pur, en le recevant dans un récipient entouré d'un mélange de glace et de sel. Dans le cours de cette décomposition, une certaine quantité d'urée est régénérée, par suite du contact de l'acide cyanique avec le gaz ammoniac qui remplit l'appareil distillatoire.

L'acide nitrique forme dans les solutions d'urée un précipité cristallin de nitrate d'urée; cette réaction est caractéristique.

L'acide phosphorique anhydre décompose l'urée en donnant naissance à de l'acide cyanique et à de la cyamélide qu'on peut recueillir dans des tubes en U convenablement refroidis.

L'urée peut se combiner directement avec 2 équivalents de cyanate d'éthyle, et forme alors un composé cristallin qui renferme :

$$C^{14}H^{14}Az^4O^6 = C^2H^4Az^2O^2,2(C^2AzO,C^4H^5O).$$

Cette substance est soluble dans l'eau, dans les acides et dans les alcalis; la potasse bouillante la décompose en donnant de l'éthylamine, de l'ammoniaque et de l'acide carbonique.

(M. W. Hofmann, *Comptes rendus*, t. LII, p. 1011.)

L'urée dissout l'oxyde de plomb et s'unit à plusieurs oxydes métalliques; elle forme aussi des combinaisons définies et cristallisables avec plusieurs chlorures, et particulièrement avec le sel marin, le sel ammo-

niac et le bichlorure de mercure. Elle s'unit également avec les azotates d'argent, de chaux et de magnésie. Nous étudierons ces combinaisons plus loin.

Le chlore humide détruit rapidement l'urée et donne naissance à de l'acide chlorhydrique, à de l'acide carbonique et à de l'azote. L'acide hypoazotique la décompose avec plus de facilité encore, et en dégage des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique.

Mais le chlore sec agit autrement sur l'urée en fusion; dans ce cas, il se forme de l'acide cyanurique, et la réaction a lieu suivant l'équation :

$$\underbrace{3C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + 6Cl = \underbrace{C^6H^3Az^3O^6}_{\text{Acide cyanurique.}} + 5HCl + AzH^4Cl + Az^2.$$

L'azotate de mercure, dissous dans l'acide azotique faible ou concentré, transforme le carbone de l'urée en acide carbonique et en dégage tout l'azote à l'état de liberté. Cette réaction peut servir à déterminer la proportion d'urée renfermée dans divers liquides, et particulièrement dans l'urine. Il suffit de recevoir l'acide carbonique qui se dégage, dans un tube rempli de potasse; on arrive ainsi au poids de l'urée en multipliant par 1,371 le poids de l'acide carbonique absorbé par l'alcali. Le coefficient 1,371 représente le rapport de l'équivalent de l'urée à celui de l'acide carbonique. (M. Millon.)

Nous reviendrons plus en détail sur le dosage de l'urée, lorsque nous nous occuperons de l'analyse des urines.

L'acétate de plomb produit, en réagissant sur une dissolution d'urée, de l'acétate d'ammoniaque et du carbonate de plomb. L'azotate d'argent forme, avec la dissolution bouillante d'urée, de l'azotate d'ammoniaque et du cyanate d'argent qui cristallise. A froid, l'urée donne avec l'azotate d'argent de gros cristaux incolores, qui ont pour formule $AgO,AzO^5,C^2H^4Az^2O^2$.

État naturel. — On trouve de l'urée dans le sang des animaux, lorsqu'on leur enlève les reins et qu'on leur fait la ligature de l'artère rénale. Cette expérience, qui est d'un haut intérêt au point de vue physiologique, est due à MM. Dumas et Prévost. L'urée existe toujours en petite quantité dans le sang normal. (M. J. Picard.)

M. Millon a constaté l'existence de l'urée dans les liquides de l'œil. L'humeur vitrée laisse par l'évaporation 1,63 pour 100 de résidu, dont l'urée constitue à peu près le tiers.

M. Wurtz a constaté la présence de l'urée dans le chyle et dans la lymphe de différents animaux. M. Städeler l'a trouvée dans les organes des plagiostomes (raie, torpille), ce qui distingue ce genre de poissons des autres.

L'urée forme à elle seule près de la moitié des corps solides tenus en dissolution dans l'urine. Un homme produit, en moyenne, 30 à 40 grammes d'urée par jour; et comme cette substance contient plus du tiers de son poids d'azote, on peut en conclure qu'une grande

partie de l'azote des aliments introduits dans l'économie en sort à l'état d'urée.

L'urée existe, sinon en totalité, au moins en grande partie, à l'état de liberté dans l'urine : elle cristallise souvent par une simple évaporation de ce liquide. Lorsqu'on soumet les animaux à une diète prolongée, leurs urines laissent quelquefois déposer en se refroidissant des cristaux d'urée pure. Dans tous les cas, les urines, même celles qui proviennent des animaux herbivores, sont tellement chargées d'urée, qu'il suffit, pour la séparer, de soumettre ces liquides à une légère évaporation ; ils se prennent souvent en une masse cristalline lorsqu'on y verse de l'acide azotique. (MM. Barreswil et Bernard.)

Extraction. — Pour extraire l'urée des urines, on évapore ce liquide au bain-marie, de manière à le ramener au dixième environ de son volume primitif. On y verse peu à peu, et jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité, de l'acide azotique débarrassé d'acide azoteux ; il se précipite ainsi une combinaison cristalline d'urée et d'acide azotique que l'on nomme *azotate d'urée*. Cette combinaison, qui est d'abord colorée, peut être purifiée par des cristallisations réitérées dans l'eau bouillante et par un traitement au noir animal, préalablement lavé à l'acide chlorhydrique. On décompose l'azotate d'urée en traitant la dissolution par du carbonate de plomb ou de baryte ; on évapore la liqueur et l'on reprend le résidu par l'alcool bouillant, qui laisse l'azotate de plomb ou de baryte, et dissout l'urée, qu'il abandonne en beaux cristaux par le refroidissement ou par l'évaporation.

Production artificielle de l'urée. — Nous avons déjà signalé la belle expérience de M. Wœhler, qui permet de reproduire l'urée artificiellement en mettant en contact de l'acide cyanique et l'ammoniaque.

Pour produire de grandes quantités d'urée, il faut préparer d'abord du cyanate de potasse, en chauffant au rouge naissant un mélange intime de 28 parties de cyanoferrure de potassium desséché et de 14 parties de peroxyde de manganèse desséché aussi avec soin : si la dessiccation de ces substances n'était pas complète, le cyanate de potasse se décomposerait, à mesure de sa formation, en ammoniaque et en carbonate de potasse. Lorsque la masse est refroidie, on la lessive à l'eau froide, qui dissout le cyanate de potasse, puis on ajoute dans cette liqueur 20 parties de sulfate d'ammoniaque ; on évapore la dissolution au bain-marie jusqu'à siccité, on reprend la masse par de l'alcool, qui ne dissout que l'urée et laisse pour résidu le sulfate de potasse. La liqueur alcoolique donne par l'évaporation de très-beaux cristaux d'urée ; on peut, par cette méthode, obtenir une quantité d'urée égale à peu près au tiers du cyanoferrure employé. (M. Liebig.)

M. Carey Lea (*Sillim. Amer. Journ.*, n° 95, sept. 1861) recommande, comme donnant un rendement plus considérable en urée, une marche un peu différente. On mélange 850 grammes de cyanoferrure de potassium

bien desséché avec 318 grammes de carbonate de potasse calciné; on fond le mélange dans un creuset de fer. La fusion étant complète et la température un peu abaissée, on ajoute 1,900 grammes de minium, par portions de 300 à 400 grammes à la fois, et à dix minutes d'intervalle, en remuant sans cesse et en maintenant la matière en fusion.

Après addition de la dernière portion de minium, on chauffe encore pendant une demi-heure, pour achever la réaction, puis on traite la masse comme dans la préparation précédente.

L'urée se produit toutes les fois qu'une réaction donne simultanément naissance à de l'acide cyanique et à de l'ammoniaque; on s'explique ainsi sa présence parmi les produits de la distillation de l'acide urique, de l'oxamide et parmi ceux de l'urée elle-même.

Les corps oxydants, comme l'acide azotique, produisent de l'urée avec l'acide urique. Cette substance prend encore naissance dans la décomposition du cyanogène, au contact de l'eau et de la lumière, dans l'action de l'acide azotique sur l'allantoïne et dans celle de l'acide plombique sur l'alloxane.

SELS D'URÉE.

Les sels formés par l'urée rougissent la teinture de tournesol. Ils abandonnent leur base quand on les soumet à l'action des carbonates alcalins. L'urée peut en outre se combiner directement aux sels, sans élimination d'eau.

Chlorhydrate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,HCl$. — Le chlorhydrate d'urée se forme directement par l'action du gaz acide chlorhydrique sur l'urée. Cette base s'échauffe, devient liquide et forme un sel cristallisé, très-soluble dans l'eau et déliquescent.

Chauffé à 145°, ce sel se décompose en chlorhydrate d'ammoniaque et en acide cyanurique.

M. Dessaignes a aussi obtenu un sous-chlorhydrate cristallisé, $2C^2H^4Az^2O^2,HCl$.

Chlorure de sodium et d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,NaCl + 2Aq$. — Cette combinaison se forme lorsque l'on ajoute équivalents égaux de chlorure de sodium et d'urée en solution aqueuse et froide; par l'évaporation, le sel double se dépose en prismes rhomboïdaux obliques, fort solubles dans l'eau et décomposables par l'alcool absolu.

Chlorure de mercure et d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,2HgCl$. — Ce sel s'obtient en mélangeant des solutions bouillantes d'urée et de bichlorure de mercure dans l'alcool absolu. Il forme des cristaux aplatis, fusibles vers 128 degrés et peu solubles dans l'eau bouillante, par laquelle il est décomposé. Ni l'acide nitrique ni l'acide oxalique ne précipitent l'urée de cette combinaison.

On connaît aussi des combinaisons d'urée avec les chlorures de potassium, d'ammonium et de baryum. (M. WERTHER.)

MM. Neubauer et Kerner (*Ann. der Chem. und Pharm.*, CI, 337), ont obtenu des combinaisons cristallisées d'urée avec les chlorures de cadmium, de zinc et de cuivre, dont la composition répond aux formules :

$$C^2H^4Az^2O^2,2CdCl.$$
$$C^2H^4Az^2O^2,ZnCl.$$
$$C^2H^4Az^2O^2,CuCl.$$

Nitrate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,AzO^5,HO$. — L'azotate d'urée s'obtient en petits cristaux grenus lorsqu'on verse de l'acide azotique dans une dissolution d'urée. Ce sel est soluble dans 8 à 10 parties d'eau froide et se dépose d'une dissolution saturée à chaud, en larges lames incolores et transparentes.

L'azotate d'urée se décompose vivement vers 140°; il dégage un mélange d'azote, de protoxyde d'azote et d'acide carbonique, et laisse un acide azoté, solide, cristallin, qui a pour formule $C^2H^3Az^2O^4$ (PELOUZE), et qui, suivant M. Wiedemann, n'est autre chose que de l'acide cyanurique.

Nitrate de soude et d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,AzO^5NaO + 2Aq$. — Ce corps se forme par le mélange des solutions bouillantes d'urée et de nitrate de soude; il se dépose par le refroidissement en cristaux prismatiques, commençant à fondre déjà à 35° et décomposables à 140°.

Nitrate de chaux et d'urée. $3C^2H^4Az^2O^2,CaOAzO^5$. — Cristaux brillants et déliquescents, décomposables par la chaleur. L'acide nitrique ne précipite pas l'urée de cette combinaison.

Nitrate de magnésie et d'urée. $2C^2H^4Az^2O^2,MgOAzO^5$. — Cristaux appartenant au système du prisme rhomboïdal droit, fusibles à 85°. L'acide nitrique n'en précipite pas l'urée.

Nitrates d'argent et d'urée. — Par le mélange de solutions concentrées d'équivalents égaux de nitrate d'argent et d'urée, on obtient de gros prismes rhomboïdaux obliques, ayant pour composition $C^2H^4Az^2O^2$, $AgOAzO^5$. La solution aqueuse étendue de ce sel se décompose par l'ébullition, en donnant du cyanate d'argent.

On obtient une autre combinaison, $C^2H^4Az^2O^2,2AgOAzO^5$, par l'évaporation dans le vide des solutions des deux corps, mélangées en proportions convenables; elle forme des prismes rhomboïdaux droits.

Nitrates de mercure et d'urée. — Le nitrate mercurique donne dans la solution d'urée un précipité floconneux qui renferme 1 équivalent de nitrate d'urée pour 2, 3 ou 4 équivalents d'oxyde mercurique, suivant

la quantité de sel mercuriel ajoutée; ce précipité floconneux, abandonné à lui-même, prend toujours l'état cristallin. (M. WERTHER.)

Sulfate d'urée. — Ce sel forme des aiguilles ou des cristaux grenus dont la saveur est fraîche et piquante. On le produit en maintenant quelque temps à une douce chaleur un mélange de 100 parties d'oxalate d'urée, de 215 parties de sulfate de chaux cristallisé, et d'une petite quantité d'eau. La masse, chauffée ensuite avec 4 fois son poids d'alcool, cède le sulfate d'urée à ce dissolvant, qui le laisse déposer à l'état cristallin par l'évaporation. (MM. CAP et HENRY.)

Succinate d'urée. $(C^2H^4Az^2O^2)^2C^8H^6O^8$. — Ce sel forme des cristaux prismatiques fort peu solubles dans l'eau, fusibles à 145°; leur réaction est acide et leur solution peut dissoudre quelques oxydes métalliques, sans dégager d'ammoniaque. (M. HLASIWETZ, *Journ. für prakt. Chemie*, LXIX, 100.)

Tartrate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,2C^8H^4O^{10} + HO$. — En évaporant à consistance sirupeuse une solution d'acide tartrique et d'urée, on obtient des cristaux prismatiques allongés qui ont la composition indiquée.

Oxalate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,C^2O^3,HO$. — Ce sel est, comme l'azotate d'urée, peu soluble à froid dans l'eau et très-soluble à chaud.

Berzelius a proposé d'employer ce sel à la préparation de l'urée, en le décomposant par la craie en poudre, en présence de l'eau ou de l'alcool; il se forme de l'oxalate de chaux insoluble qui reste mêlé à l'excès de craie, et l'urée, devenue libre, reste dissoute dans l'eau bouillante ou dans l'alcool, d'où elle se dépose en cristaux par le refroidissement.

CARBONATE D'URÉE, OU ACIDE ALLOPHANIQUE. $C^4H^4Az^2O^6$.

L'acide allophanique présente la composition du carbonate d'urée moins de l'eau, mais on ne peut pas l'obtenir directement avec l'urée.

On ne connaît pas l'acide allophanique libre.

On obtient les éthers allophaniques en faisant absorber les vapeurs d'acide cyanique par de l'alcool ou par de l'esprit de bois. Ces composés sont cristallisables. Traités par la baryte, ils fournissent de l'allophanate de baryte qui peut servir à la préparation des autres allophanates.

L'acide allophanique est au carbonate d'urée, ce que la carbamide est au bicarbonate d'ammoniaque. Soumis à l'action de la chaleur, les allophanates donnent un carbonate et de l'urée.

M. Baeyer a obtenu les allophanates de glycérine et de glycol.

L'*allophanate de glycérine* s'obtient en faisant absorber les vapeurs d'acide cyanique par la glycérine; il se forme une masse blanche vis-

queuse soluble dans l'alcool, qui l'abandonne par le refroidissement en mamelons transparents. Ce corps a pour composition $C^{20}H^{10}Az^2O^{10}$, et est formé par l'union directe de 2 molécules d'acide cyanique et de 1 molécule de glycérine. Il est soluble dans l'eau, fusible à 160°; les acides et les alcalis le décomposent.

L'*allophanate de glycol* $C^8H^8Az^2O^8$ s'obtient comme le précédent; il forme des lames incolores et brillantes. A 160°, il fond en un liquide incolore qui cristallise par le refroidissement. A une température plus élevée, il dégage du carbonate d'ammoniaque et un liquide épais.

Acide eugénallophanique. — L'acide eugénique absorbe aussi l'acide cyanique et donne, par cristallisation dans l'alcool, des aiguilles longues et brillantes qui ont pour composition :

$$C^{24}H^{14}Az^2O^8 = C^{20}H^{12}O^4,2(C^2AzO,HO).$$

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXIV, 156.)

Nous avons dit que l'urée ne s'unit pas à certains acides, et particulièrement aux acides lactique et hippurique avec lesquels quelques chimistes avaient supposé qu'elle était combinée dans l'urine.

En effet, lorsqu'on décompose le lactate de chaux par l'oxalate d'urée, il se forme un précipité d'oxalate de chaux, et la dissolution évaporée dans le vide laisse déposer de l'urée qui reste libre en présence de l'acide lactique.

COMBINAISONS DE L'URÉE AVEC LES OXYDES.

Nous avons vu que l'urée peut, non-seulement se combiner avec les acides et les sels, mais aussi former avec quelques bases des combinaisons définies.

Combinaisons d'urée et d'oxyde de mercure. — On connaît trois combinaisons d'urée et d'oxyde de mercure. La première ($C^2H^4Az^2O^2$, 2 HgO) se forme lorsqu'on ajoute directement de l'oxyde de mercure à une solution bouillante d'urée; après vingt-quatre heures, la liqueur filtrée dépose des croûtes cristallines renfermant 2 équivalents d'oxyde de mercure pour 1 d'urée.

Lorsqu'on ajoute du bichlorure de mercure à une solution d'urée renfermant de la potasse caustique, on obtient un précipité gélatineux que l'eau bouillante transforme en une poudre grenue d'un jaune clair; cette poudre, qui détone par la chaleur, a pour composition ($C^2H^4Az^2O^2$, 3 HgO).

Si, au lieu d'ajouter du bichlorure de mercure à une solution alcaline d'urée, on ajoute du nitrate mercurique, on obtient un précipité blanc grenu qui renferme $C^2H^4Az^2O^2$,4HgO.

(M. Werther, *Journ. für prakt. Chem.*, XXXV, 51.)

Combinaison d'urée et d'oxyde d'argent. — Lorsqu'on ajoute de l'oxyde d'argent récemment précipité à une solution aqueuse et chaude d'urée, il se convertit en une poudre grise cristalline ayant pour composition $C^2H^4Az^2O^2,3AgO$. Ce composé, étant chauffé, se décompose avec incandescence, et laisse un résidu de cyanure d'argent, et finalement, d'argent métallique.

URÉES COMPOSÉES.

L'urée doit être considérée comme le type d'un groupe de corps désignés sous le nom générique d'*urées composées*, et qui ont avec l'urée proprement dite les relations suivantes.

On sait que l'urée prend naissance quand le sulfate d'ammoniaque réagit sur le cyanate de potasse :

$$\underbrace{AzH^3,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'ammoniaque.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}.$$

Les urées composées se produisent lorsqu'on traite le cyanate de potasse par le sulfate d'une ammoniaque composée, telle que l'éthylamine, la méthylamine, l'amylamine, la phénylamine, etc. Ainsi le sulfate d'éthylamine, mis en présence du cyanate de potasse, se convertit en sulfate de potasse, et il se forme une urée composée :

$$\underbrace{C^4H^7Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'éthylamine.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{éthylurée}).}}.$$

Par une réaction analogue, le sulfate de méthylamine donne une urée composée dont la formule est $C^4H^6Az^2O^2$:

$$\underbrace{C^2H^5Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate de méthylamine.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^4H^6Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{méthylurée}).}}.$$

Et l'on obtient avec le sulfate d'amylamine une urée dont la composition est représentée par $C^{12}H^{14}Az^2O^2$:

$$\underbrace{C^{10}H^{13}Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'amylamine.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^{12}H^{14}Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{amylurée}).}}.$$

On peut encore obtenir les urées composées par l'action de l'ammoniaque sur les éthers cyaniques :

$$\underbrace{C^4H^5O,C^2AzO}_{\text{Cyanate d'éthyle.}} + AzH^3 = \underbrace{C^2H^3(C^4H^5)Az^2O^2}_{\text{Éthylurée.}}.$$

De même que l'urée représente du cyanate d'ammoniaque, les urées composées représentent des cyanates d'ammoniaques composées.

La neutralité des urées composées et la facilité avec laquelle elles s'unissent aux acides, particulièrement à l'acide azotique, établissent de nouveaux rapports entre ces urées et l'urée simple.

Nous avons dit que l'urée, traitée par la potasse, se dédouble en ammoniaque et en acide carbonique :

$$C^2H^4Az^2O^2 + 2(KO,HO) = 2(KO,CO^2) + 2AzH^3,$$

et que ce caractère, qui est propre aux amides, permet d'assimiler l'urée à la carbamide. De même les urées composées, soumises à l'influence de la potasse, donnent de l'acide carbonique et de l'ammoniaque; seulement, au lieu de deux molécules de ce dernier corps, il ne s'en produit qu'une seule, la seconde étant remplacée par une ammoniaque composée :

$$\underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Éthylurée.}} + 2(KO,HO,CO^2) + AzH^3 + \underbrace{C^4H^7Az}_{\text{Éthylamine.}}$$

Enfin, à chaque urée composée, comme à l'urée simple, correspond une amide qui lui est isomérique et qui éprouve, par l'action des alcalis, le même dédoublement que l'urée composée. En d'autres termes, les urées composées sont des isomères des carbamides complexes, éthyle-carbamide, phényle-carbamide, comme l'urée elle-même est un isomère de la carbamide.

En comparant les formules des trois urées composées, dont nous venons d'indiquer le mode de production, à celle de l'urée, il est facile de voir que les urées composées sont à l'urée simple ce que l'éthylamine, la méthylamine, l'amylamine, etc., sont à l'ammoniaque :

Urée.....	$C^2H^4Az^2O^2$.	Ammoniaque.....	AzH^3.
Éthylurée.....	$C^6H^8Az^2O^2$.	Éthylamine.....	AzC^4H^7.
Méthylurée.....	$C^4H^6Az^2O^2$.	Méthylamine.....	AzC^2H^5.
Amylurée.....	$C^{12}H^{14}Az^2O^2$.	Amylamine.....	$AzC^{10}H^{13}$.

Pour bien comprendre ce rapport, il faut se rappeler :

1° Qu'en remplaçant dans l'ammoniaque AzH^3 une molécule d'hydrogène par les groupes binaires C^4H^5 éthyle, ou C^2H^3 méthyle, on obtient l'éthylamine ou la méthylamine :

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{AzC^4H^7}_{\text{Éthylamine.}}.$$

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - H + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{AzC^2H^5}_{\text{Méthylamine.}}.$$

La substitution d'une molécule d'éthyle ou de méthyle à une molécule d'hydrogène dans l'urée, produit l'éthylurée ou la méthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Éthylurée.}}.$$

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - H + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{C^4H^6Az^2O^2}_{\text{Méthylurée.}}.$$

2° Que si dans l'ammoniaque 2 molécules d'hydrogène sont remplacées par 2 molécules d'éthyle, il se forme de la diéthylamine :

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - 2H + \underbrace{2C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{AzC^8H^{11}}_{\text{Diéthylamine.}}.$$

Deux molécules d'éthyle, en se substituant à 2 molécules d'hydrogène dans l'urée, donnent naissance à la diéthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - 2H + \underbrace{2C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{C^{10}H^{12}Az^2O^2}_{\text{Diéthylurée.}}.$$

3° Que le remplacement de 2 des molécules d'hydrogène de l'ammoniaque par 2 molécules hydrocarburées différentes, telles que l'éthyle et le méthyle, produit l'éthylméthylamine :

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - 2H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{AzC^6H^9}_{\text{Éthylméthylamine.}}.$$

L'éthyle et le méthyle, en prenant la place de 2 molécules d'hydrogène dans l'urée, donnent l'éthylméthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - 2H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{C^8H^{10}Az^2O^2}_{\text{Éthylméthylurée.}}.$$

On obtient ces urées complexes par l'action des ammoniaques composées sur les éthers cyaniques :

$$\underbrace{C^2AzO,C^4H^5O}_{\text{Cyanate d'éthyle.}} + \underbrace{AzH^2(C^4H^5)}_{\text{Éthylamine.}} = \underbrace{C^2H^2(C^4H^5)^2Az^2O^2}_{\text{Diéthylurée.}}.$$

$$\underbrace{C^2AzO,C^4H^5O}_{\text{Cyanate d'éthyle.}} + \underbrace{AzH^2(C^2H^3)}_{\text{Méthylamine.}} = \underbrace{C^2H^2(C^2H^3)(C^4H^5)Az^2O^2}_{\text{Éthylméthylurée.}}.$$

$$\underbrace{C^2AzO,C^4H^5O}_{\text{Cyanate d'éthyle.}} + \underbrace{AzH^2(C^{12}H^5)}_{\text{Aniline.}} = \underbrace{C^2H^2(C^4H^5)(C^{12}H^5)Az^2O^2}_{\text{Éthylphénylurée.}}.$$

Ces réactions sont en tous points parallèles à celle qui donne naissance à l'urée elle-même.

Ainsi, comme pour les ammoniaques composées, il est possible par ces substitutions d'arriver à une molécule d'urée très-complexe, mais qui rentre toujours dans la formule $C^{2n}H^{2m}Az^2O^2$, que l'on a adoptée pour représenter d'une manière générale la constitution des urées composées.

La série des urées composées paraît devoir devenir très-nombreuse, car on est parvenu à faire entrer la nicotine et la coniine dans la molécule de l'urée simple, et à former ainsi de nouvelles urées, dont la constitution peut toujours être ramenée à la formule générale que nous avons donnée plus haut.

La plupart des urées composées ont été découvertes par M. Wurtz.

On doit à MM. Chancel et Laurent la connaissance de la phénylurée et de la diphénylurée.

Enfin, M. Volhardt a obtenu des urées composées renfermant des radicaux diatomiques, ce sont les urées éthyléniques.

On connaît aussi, grâce aux travaux de M. Zimin et de M. Moldenhauer, des urées composées d'un autre ordre, dans lesquelles de l'hydrogène est remplacé par un radical d'acide, tel que l'acétyle ; on obtient ces urées par l'action d'un chlorure d'acide sur l'urée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^4H^3O^2Cl}_{\text{Chlorure d'acétyle.}} = \underbrace{C^2H^3(C^4H^3O^2)Az^2O^2}_{\text{Acétylurée.}} + HCl.$$

La chaleur les décompose en produisant de l'acide cyanurique et l'amide correspondant au radical oxygéné de l'urée :

$$\underbrace{3(C^6H^6Az^2O^4)}_{\text{Acétylurée.}} = \underbrace{Cy^3H^3O^6}_{\text{Acide cyanurique.}} + \underbrace{3C^4H^7AzO^2}_{\text{Acétamide.}}.$$

M. Hofmann, dans son beau travail sur les phosphines, a produit une urée dans laquelle une partie de l'azote se trouve remplacée par du phosphore, et l'oxygène par du soufre, en faisant agir la triéthylphosphine sur du sulfocyanure de phényle. (*Comptes rendus*, t. XLVII, p. 1014.)

Voici la liste des principales urées composées :

Urée	$C^2H^4Az^2O^2$.	
Éthylurée	$C^6H^8Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^4H^5)Az^2O^2$.
Diéthylurée	$C^{10}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^4H^5)(C^4H^5),Az^2O^2$.
Éthylméthylurée	$C^8H^{10}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^4H^5)(C^2H^3),Az^2O^2$.
Triéthylurée	$C^{14}H^{16}Az^2O^2$	$= C^2H(C^4H^5)(C^4H^5)(C^4H^5)Az^2O^2$.
Tétréthylurée	$C^{18}H^{20}Az^2O^2$	$= C^2(C^4H^5)(C^4H^5),(C^4H^5),(C^4H^5),Az^2O^2$.
Méthylurée	$C^4H^6Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^2H^3)Az^2O^2$.
Diméthylurée	$C^6H^8Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^2H^3)(C^2H^3)Az^2O^2$.
Amylurée	$C^{12}H^{14}Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^{10}H^{11})Az^2O^2$.
Amyléthylurée	$C^{16}H^{18}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^{10}H^{11})(C^4H^5),Az^2O^2$.
Allylurée	$C^8H^8Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^6H^5)Az^2O^2$.
Diallylurée	$C^{14}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^6H^5)(C^6H^5)Az^2O^2$.
Phénylurée	$C^{14}H^8Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^{12}H^5)Az^2O^2$.
Diphénylurée	$C^{26}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^{12}H^5)(C^{12}H^5)Az^2O^2$.
Éthylphénylurée	$C^{18}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2(C^4H^5)(C^{12}H^5)Az^2O^2$.
Tolylurée	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$	$= C^2H^3(C^{14}H^7)Az^2O^2$.

Éthylène-urée $C^8H^{10}Az^4O^4 = \left.\begin{matrix}C^2H^2\\C^2H^3\end{matrix}\right\} C^4H^4 \left\{\begin{matrix}Az^2O^2.\\Az^2O^2.\end{matrix}\right.$

Acétylurée	$C^6H^6Az^2O^4$	$= C^2H^3(C^4H^3O^2)Az^2O^2$.
Butyrylurée	$C^{10}H^{10}Az^2O^4$	$= C^2H^3(C^8H^7O^2)Az^2O^2$.
Valérylurée	$C^{12}H^{12}Az^2O^4$	$= C^2H^3(C^{10}H^9O^2)Az^2O^2$.
Benzoylurée	$C^{16}H^8Az^2O^4$	$= C^2H^3(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2$.

ÉTHYLURÉE. $C^6H^8Az^2O^2 = C^2H^3(C^4H^5)Az^2O^2$.

L'éthylurée cristallise en prismes incolores, très-solubles dans l'eau et dans l'alcool, fusibles à 92°.

La dissolution aqueuse de l'éthylurée, traitée par le chlore, laisse déposer un composé chloré huileux, qui ne tarde pas à se solidifier.

L'éthylurée se décompose par l'action d'une chaleur de 200°. Elle s'altère sous l'influence de la potasse, donne de l'éthylamine, de l'ammoniaque, et laisse un résidu de carbonate de potasse. Elle forme avec l'acide azotique un sel très-soluble dans l'eau; aussi les dissolutions aqueuses de l'éthylurée ne précipitent-elles pas, comme celles de l'urée, par l'acide azotique.

On obtient l'éthylurée en évaporant un mélange d'éther cyanique et d'ammoniaque. (M. Wurtz.)

Le nitrate d'éthylurée forme des cristaux déliquescents, à réaction acide; il a pour composition $C^6H^8Az^2O^2,AzO^5,HO$.

L'oxalate a pour formule $2(C^6H^8Az^2O^2),C^4H^2O^8$.

DIÉTHYLURÉE. $C^{10}H^{12}Az^2O^2 = C^2H^2(C^4H^5)^2Az^2O^2$.

Elle forme des cristaux prismatiques solubles dans l'eau et l'alcool. Elle fond à 112°,5 et bout à 263°.

La diéthylurée produit avec l'acide azotique un sel qui cristallise en prismes rhomboïdaux aplatis. On prépare la diéthylurée en traitant l'éther cyanique par l'éthylamine. On l'obtient aussi par l'action de l'eau sur l'éther cyanique. (M. Wurtz.)

TRIÉTHYLURÉE $C^{14}H^{16}Az^2O^2 = C^2H(C^4H^5)^3Az^2O^2$.

La triéthylurée forme des cristaux mous, bouillant vers 235°. La potasse en dégage un mélange d'éthyl et de diéthylamine.

On l'obtient en traitant l'éther cyanique par la diéthylamine. (M. Wurtz.)

TÉTRÉTHYLURÉE. $C^{18}H^{20}Az^2O^2 = C^2(C^4H^5)^4Az^2O^2$.

Cette urée est cristalline. On l'obtient en faisant réagir l'acide cyanique sur l'oxyde hydraté de tétréthylammonium. (M. Hofmann.)

ÉTHYLMÉTHYLURÉE. $C^8H^{10}Az^2O^2 = C^2H^2(C^4H^5)(C^2H^3)Az^2O^2$.

L'éthylméthylurée est déliquescente. On la produit en faisant réagir la méthylamine sur l'éther cyanique. Elle fond à 52° et bout à 268°. (M. Wurtz.)

MÉTHYLURÉE. $C^4H^6Az^2O^2 = C^2H^3(C^2H^3)Az^2O^2$.

La méthylurée cristallise en prismes incolores, qui sont déliquescents à l'air et très-solubles dans l'eau. La solution aqueuse est précipitée par l'acide nitrique et par l'acide oxalique.

Le nitrate forme de beaux prismes rhomboïdaux $C^4H^6Az^2O^2,AzO^5HO$.

L'oxalate forme un précipité grenu et cristallin.

La dissolution aqueuse de la méthylurée est parfaitement neutre; quand elle est concentrée, l'acide azotique y produit un précipité d'azotate de méthylurée qui a pour formule $C^4H^6Az^2O^2,AzO^5HO$.

La méthylurée, traitée par la potasse caustique, donne de l'acide carbonique, de la méthylamine et de l'ammoniaque.

On prépare la méthylurée en combinant le gaz ammoniac avec le cyanate de méthyle, ou bien en décomposant le cyanate de potasse par le sulfate de méthylamine. Le produit de la réaction, épuisé par l'alcool, cède la méthylurée à ce dissolvant. (M. Wurtz.)

DIMÉTHYLURÉE. $C^6H^8Az^2O^2 = C^2H^2(C^2H^3)^2Az^2O^2$.

La diméthylurée est cristallisable, fusible à 102° environ, volatile sans décomposition, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle produit avec l'acide azotique un sel qui a pour formule $C^6H^8Az^2O^2,AzO^5,HO$. La potasse la décompose en méthylamine et en acide carbonique.

Pour obtenir la diméthylurée, on peut:

1° Mettre en présence la méthylamine et le cyanate de méthyle.

2° Décomposer ce dernier éther par l'eau. (M. Wurtz.)

AMYLURÉE. $C^{12}H^{14}Az^2O^2 = C^2H^3(C^{10}H^{11})Az^2O^2$.

Ce composé prend naissance lorsqu'on traite le cyanate d'amyle par l'ammoniaque. Il forme des cristaux lamelleux. (M. Wurtz.)

AMYLÉTHYLURÉE. $C^{16}H^{18}Az^2O^2 = C^2H^2(C^{10}H^{11})(C^4H^5)Az^2O^2$.

L'amyléthylurée se produit quand on fait réagir l'amylamine sur l'éther cyanique.

DIALLYLURÉE. $C^{14}H^{12}Az^2O^2 = C^2H^2(C^6H^5)^2Az^2O^2$.

Cette urée a été étudiée tome V, page 571, sous le nom de *sinapoline*.

PHÉNYLURÉE. $C^{14}H^8Az^2O^2 = C^2H^3(C^{12}H^5)Az^2O^2$.

La phénylurée cristallise en prismes aplatis et transparents, qui présentent une teinte jaunâtre. Ces cristaux n'ont pas d'odeur; leur saveur, faiblement amère, rappelle par sa fraîcheur celle de l'azotate de potasse. Ils entrent en fusion vers 72°, et deviennent anhydres par une dessiccation à 120°. Si la température s'élève davantage, la phénylurée se décompose et laisse un résidu de charbon très-volumineux.

Lorsqu'on chauffe graduellement un mélange intime de phénylurée et de chaux potassée, il se dégage d'abord de l'ammoniaque; puis, quelque élevée que soit ensuite la température, il ne se forme plus que de l'aniline. La décomposition est donc, à n'en pas douter, le résultat de deux

réactions différentes. Si l'on cherche à représenter ces deux réactions par des formules, on a :

$$\underbrace{C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2}}_{\text{Phénylurée.}} + KO,HO = AzH^{3} + \underbrace{KO,C^{14}H^{6}AzO^{4}}_{\text{Sel de potasse.}}.$$

et ensuite :

$$\underbrace{KO,C^{14}H^{6}AzO^{4}}_{\text{Sel de potasse.}} + KO,HO = \underbrace{C^{12}H^{7}Az}_{\text{Aniline.}} + 2(KO,CO^{2}).$$

Or, ce sel de potasse est de l'anthranilate de potasse, qui se forme ussi dans l'action de la potasse sur l'indigo. La décomposition de la énylurée par la chaux potassée offre donc une nouvelle source d'acide anthranilique.

La phénylurée produit avec les acides plusieurs sels cristallisables dont voici les formules :

Chlorhydrate de phénylurée.....	$C^{14}H\ Az^{2}O^{2},HCl$.
Azotate de phénylurée.....	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},Az^{2}O^{5},HO$.
Chlorure double de platine et de phénylurée.	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},HCl,PtCl^{2}$.

On obtient la phénylurée en ajoutant du sulfhydrate d'ammoniaque dans une dissolution de nitrobenzamide. La liqueur se trouble, dépose du soufre, et donne, au bout de vingt-quatre heures, par évaporation, de beaux cristaux de phénylurée. (M. CHANCEL.)

DIPHÉNYLURÉE. $C^{26}H^{12}Az^{2}O^{2} = C^{2}H^{2}(C^{12}H^{5})^{2}Az^{2}O^{2}$.

Ce corps est identique avec la flavine qui se produit dans l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur la benzophénone binitrée.

ÉTHYLPHÉNYLURÉE. $C^{18}H^{12}Az^{2}O^{2} = C^{2}H^{2}(C^{4}H^{5})(C^{12}H^{5})Az^{2}O^{2}$.

L'éthylphénylurée est cristallisable, fusible à 99°. Elle se dédouble, sous l'influence de la potasse, en acide carbonique, en aniline et en éthylamine.

On prépare l'éthylphénylurée en versant de l'aniline dans de l'éther cyanique. Le mélange s'échauffe et dépose, en se refroidissant, des cristaux d'éthylphénylurée.

TOLUYLURÉE. $C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2} = C^{2}H^{2}(C^{14}H^{7})Az^{2}O^{2}$.

Cette urée se forme par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur la nitro-toluamide ; c'est une substance cristalline :

$$\underbrace{C^{16}H^{8}(AzO^{4})O^{2},Az}_{\text{Nitrotoluamide.}} + 6HS = \underbrace{C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2}}_{\text{Toluylurée.}} + 4HO + 6S.$$

NAPHTYLURÉE. $C^{22}H^{10}Az^{2}O^{2} = C^{2}H^{2}(C^{20}H^{7})Az^{2}O^{2}$.

La naphtylurée s'obtient en saturant par de l'acide cyanique une solution de naphtylamine dans l'éther anhydre.

Elle cristallise en aiguilles fines et flexibles. Peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'éther, et très-soluble dans l'alcool, elle donne un précipité cristallin par l'acide oxalique. Le sulfate de naphtylamine et le cyanate de potasse ne donnent pas de naphylurée, en agissant l'un sur l'autre, mais simplement de l'urée et de la naphtylamine.

La *dinaphtylsulfocarbamide* s'obtient en faisant réagir dans un tube scellé du sulfure de carbone sur de la naphtylamine; il y a production d'hydrogène sulfuré.

(H. Schiff, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CI, 90.)

URÉE ÉTHYLÉNIQUE. $C^8H^{10}Az^4O^4 = C^4H^6(C^4H^4)Az^4O^4$.

Cette urée diffère des urées composées précédentes en ce qu'elle dérive d'une diamine renfermant un radical diatomique. Elle prend naissance par l'action du cyanate d'argent sur le chlorhydrate de diamine éthylénique $\left.\begin{matrix}H^2\\C^4H^4\\H^2\end{matrix}\right\}Az^2,2HCl$, en vertu de l'équation

$$\underbrace{Az^2H^4(C^4H^4),2HCl}_{\text{Chlorhydrate d'éthylène-diamine.}} + 2C^2AzO,AgO = 2AgCl + \underbrace{C^6H^6(C^4H^4)Az^4O^4}_{\text{Urée éthylénique.}}.$$

Elle forme de beaux prismes solubles dans l'eau et dans l'alcool. Elle fond à 192° et se dissout dans les acides chlorhydrique et nitrique, mais sans s'y combiner; cependant elle forme une combinaison cristallisée avec le bichlorure de platine. La potasse la décompose en mettant de l'éthylène-diamine en liberté:

$$\underbrace{C^6H^6(C^4H^4)Az^4O^4}_{\text{Éthylénurée.}} + 4KO,HO = 4CO^2KO + 2AzH^3 + \underbrace{Az^2H^4(C^4H^4)}_{\text{Éthylène-diamine.}}.$$

On obtient des urées éthyléniques encore plus complexes, mais très-bien caractérisées. (M. Volhard, *Comptes rendus*, t. LII, p. 664.)

ACÉTYLURÉE. $C^6H^6Az^2O^4 = C^2H^3(C^4H^3O^2)Az^2O^2$.

Ce composé se produit par l'action du chlorure d'acétyle sur l'urée; la réaction s'établit déjà à froid et se fait suivant l'équation

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^4H^3O^2,Cl}_{\text{Chlorure d'acétyle.}} = \underbrace{C^6H^6Az^2O^4}_{\text{Acétylurée.}} + HCl.$$

L'acétylurée cristallise dans l'alcool bouillant en aiguilles soyeuses. Elle est plus soluble dans l'eau bouillante que dans l'alcool et s'en dépose presque entièrement, par le refroidissement, en prismes rhomboïdaux; elle est insoluble dans l'éther. Elle fond à 200°, puis se décompose en acide cyanique et en acétamide:

$$\underbrace{C^6H^6Az^2O^4}_{\text{Acétylurée.}} = \underbrace{C^6Az^3O^3,3HO}_{\text{Acide cyanurique.}} + \underbrace{C^4H^5AzO^2}_{\text{Acétamide.}}.$$

Ni l'acide nitrique, ni l'acétate mercurique ne la précipitent.

BUTYRYLURÉE. $C^{16}H^{10}Az^2O^4 = C^2H^3(C^8H^7O^2)Az^2O^2$.

Cette urée se prépare de la même manière que la précédente, et s'obtient cristallisée en écailles ou en lamelles rhomboïdales par le refroidissement de sa solution aqueuse ou alcoolique. Elle fond à 176°, et se prend par le refroidissement en une masse cristalline. Une température élevée lui fait éprouver une décomposition analogue à celle qu'éprouve l'acétylurée.

VALÉRYLURÉE. $C^{12}H^{12}Az^2O^4 = C^2H^3(C^{10}H^9O^2)Az^2O^2$.

Cette urée s'obtient comme les précédentes. Elle est insoluble dans l'eau froide et se dépose de sa solution aqueuse bouillante en cristaux nacrés. Elle est fusible à 191° et peut se sublimer en partie.

BENZOYLURÉE. $C^{16}H^8Az^2O^4 = C^2H^3(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2$.

La benzoylurée s'obtient en chauffant à 150° un mélange d'urée en poudre et de chlorure de benzoyle; il ne faut pas dépasser la température de 160°. Quand la réaction est terminée, on a un résidu solide qu'on lave à l'alcool froid; celui-ci laisse la benzoylurée à l'état d'une poudre cristalline. Elle cristallise dans l'alcool bouillant en lames quadrangulaires minces et allongées, elle est moins soluble dans l'eau et dans l'éther. Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. Chauffée sur une lame de platine, elle donne l'odeur du cyanure de phényle. Elle fond à 200° en un liquide incolore, et à une température supérieure, elle se décompose en acide cyanurique et benzamide.

L'ammoniaque n'agit pas sur la benzoylurée; la potasse la dissout, mais sans l'altérer, car on peut la reprécipiter intacte par les acides; la solution alcaline dégage de l'ammoniaque quand on la chauffe, et laisse un résidu de carbonate et de benzoate de potasse :

$$\underbrace{C^2H^3(C^{14}H^5O^2)Az^2O^2}_{\text{Benzoylurée.}} + 4HO = C^2O^4 + 2AzH^3 + \underbrace{C^{14}H^6O^4}_{\text{Acide benzoïque.}}.$$

(M. Zinin, *Ann. der Chem. und Pharm.* XCII, 403, M. Moldenhauer, *ibid.*, XCIV, 100).

URÉES SULFURÉES.

En soumettant le sulfocyanure d'éthyle à l'action de l'ammoniaque, on obtient des réactions différentes, suivant qu'on emploie cet alcali en plus ou moins grande quantité, et selon qu'on fait intervenir l'eau dans la réaction ou qu'on agit à sec.

1° Avec l'ammoniaque ordinaire en excès, il se forme des produits noirs incristallisables.

2° Si l'ammoniaque est très-étendue d'eau, et en excès, il se forme de l'urée, du cyanhydrate d'ammoniaque et du bisulfure d'éthyle :

$$\underbrace{C^6H^5AzS^2}_{\text{Sulfocyanure d'éthyle.}} + 2AzH^4O = \underbrace{2C^4H^5S^2}_{\text{Bisulfure d'éthyle.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^2Az^2,AzH^4}_{\text{Cyanhydrate d'ammoniaque.}}$$

3° L'action de l'ammoniaque sèche sur le sulfocyanure d'éthyle donne naissance à un corps solide dont la composition $C^6H^8Az^2S^2$ est celle de l'*éthylurée sulfurée* dans laquelle l'oxygène de l'éthylurée est remplacé par du soufre.

L'éthylamine attaque aussi le sulfocyanure d'éthyle.

Le sulfocyanure de méthyle se comporte avec l'ammoniaque comme le sulfocyanure d'éthyle et donne des produits correspondants.

(M. Jeanjean, *Comptes rendus*, t. LV, p. 330.)

BIURET. $C^4H^5Az^3O^4$.

Ce corps, découvert par M. Wiedemann, est cristallisable, soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'acide sulfurique concentré; l'acide nitrique le dissout aussi sans le décomposer. Il fond quand on le chauffe, perd de l'ammoniaque, et se convertit en acide cyanurique. Il représente du bicyanate d'ammoniaque et cristallise avec 2 équivalents d'eau qu'il perd à 100°. On peut aussi l'envisager comme du cyanate d'urée.

L'eau de baryte décompose le biuret, à l'ébullition, en produisant de l'ammoniaque de l'acide carbonique et de l'urée.

Le biuret, chauffé à 120°, absorbe le gaz acide chorhydrique, et forme une combinaison décomposable par l'eau. Le biuret est donc une base faible.

L'acide chlorhydrique décompose le biuret lorsqu'on chauffe celui-ci à 160° ou 170°, en produisant du cyanurate d'urée et du carbonate de *guanidine* $2(C^2H^5Az^3,HO),C^2O^4$.

Le biuret, traité par une lessive de potasse et par une dissolution de sulfate de cuivre, se colore en rouge intense.

Pour obtenir le biuret, il faut maintenir de l'urée à la température de 160° environ, jusqu'à ce que cette substance ne dégage plus d'ammoniaque; reprendre le résidu par de l'eau, ajouter du sous-acétate de plomb dans la liqueur, filtrer; précipiter l'excès de plomb au moyen de l'hydrogène sulfuré, filtrer de nouveau, et évaporer enfin jusqu'à cristallisation.

On obtient encore le biuret en soumettant l'azotate d'urée à l'action de la chaleur.

ACIDE URIQUE. $C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.

Propriétés. — L'acide urique pur se présente en petites lames cristallines, blanches, douces au toucher, légères, sans odeur ni saveur sensibles, qui exigent environ 1000 parties d'eau froide pour se dissou-

dure; sa solubilité dans l'eau bouillante est à peu près la même que dans l'eau froide. Il est insoluble dans l'alcool et l'éther; il rougit légèrement un papier de tournesol humide.

Les borates alcalins, et particulièrement le borax, jouissent de la propriété de dissoudre, surtout à chaud, une proportion considérable d'acide urique. Cet acide se dépose à l'état de pureté d'une dissolution bouillante dans le borax. Cette propriété peut être utilisée pour la purification de l'acide urique.

L'acide urique donne avec l'acide azotique une dissolution jaune, laissant par l'évaporation un résidu rouge pourpre qui se dissout dans l'eau sans lui communiquer de couleur. La dissolution azotique de l'acide urique devient violette sous l'influence des vapeurs ammoniacales. Ces deux caractères servent souvent à reconnaître l'acide urique.

On a reconnu que l'acide sulfurique concentré et chaud dissout l'acide urique et peut même s'unir en proportions définies avec cet acide. L'eau décompose cette combinaison et en sépare les deux acides : l'acide urique, qui est à peine soluble dans l'eau chargée d'acide sulfurique, se dépose en presque totalité. Cette propriété permet d'extraire facilement l'acide urique des calculs. (M. Fritzche.)

L'acide urique ne paraît subir à froid aucune altération dans le chlore sec, mais il est décomposé à chaud par ce gaz, et la réaction donne lieu à de l'acide chlorhydrique, à du chlorure de cyanogène et à une proportion considérable d'acide cyanique. En présence de l'eau, l'acide urique est aussi décomposé par le chlore, et donne comme produit final une grande quantité d'acide oxalique.

Soumis à l'action de la chaleur, l'acide urique se décompose d'une manière compliquée; il donne de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'acide cyanhydrique, de l'urée, et beaucoup d'acide cyanique qui se transforme rapidement en cyamélide.

La présence de l'urée dans les produits de la distillation de l'acide urique est due à la réaction d'une certaine quantité d'acide cyanique sur l'ammoniaque : une partie de l'urée se retrouve en combinaison avec de l'acide cyanurique; il reste constamment dans la cornue un résidu de charbon.

L'acide urique, traité par une dissolution bouillante de potasse, se convertit en un nouvel acide, l'*acide uroxanique* $C^{10}H^{10}Az^4O^{12}$, qui diffère de l'acide urique par les éléments de 6 équivalents d'eau.

L'acide uroxanique est cristallin, peu soluble dans l'eau froide, décomposable par l'eau bouillante. Il forme avec la potasse, l'ammoniaque, la baryte et l'oxyde plomb, des sels cristallisables. (M. Staedeler.)

L'action que les corps oxydants exercent sur l'acide urique a été examinée par MM. Liebig et Wöhler : elle constitue un des points les plus importants de la chimie organique, et donne naissance à une série de corps que nous étudierons plus loin.

ÉTAT NATUREL. — EXTRACTION. — L'acide urique se trouve, comme l'urée, dans les urines des animaux carnivores; il est sécrété en quantité considérable par les oiseaux, les insectes, et principalement par les serpents; il se trouve fréquemment dans les dépôts urinaires, les calculs et les concrétions articulaires des goutteux.

On admet généralement qu'une urine normale contient pour 30 parties d'urée 1 partie d'acide urique. Du reste, la proportion d'acide urique contenue dans l'urine de l'homme varie avec l'alimentation; on trouve en général cet acide en quantité notable dans l'urine à la suite de mauvaises digestions ou d'alimentations très-échauffantes.

Pour extraire l'acide urique des différents produits de sécrétion que nous venons de signaler, on emploie une liqueur alcaline qui dissout l'acide urique; en décomposant par l'acide chlorhydrique la dissolution bouillante de l'urate alcalin, on obtient un précipité blanc d'acide urique, que l'on peut laver à grande eau. Au moment de la précipitation, l'acide urique retient 4 équivalents d'eau; 2 équivalents d'eau se dégagent par la plus faible chaleur et même par l'exposition de cet acide à l'air libre.

M. Gulielmo (*Vierteljahrsschr., für prakt. Pharm.*, VIII, 92) recommande, pour l'extraction de l'acide urique, l'emploi de la partie centrale des excréments de pigeons; on les traite par le double de leur poids de cendres, et l'on filtre la liqueur dans de l'acide chlorhydrique faible: on peut ainsi retirer de ces excréments environ 70 pour 100 d'acide urique.

M. Arppa (*Ann. der Chem. und Pharm.*, LXXXVII, 237) recommande de plonger des nouets renfermant des excréments de pigeons, dans une solution bouillante de borax; on maintient l'ébullition pendant une heure, on enlève les nouets; on ajoute du sel ammoniac et on laisse refroidir. Après douze heures, il se dépose de l'urate d'ammoniaque. On répète plusieurs fois cette opération, puis on redissout l'urate dans du borax en solution bouillante; on le sépare ainsi d'une substance mucilagineuse qui reste insoluble; après refroidissement de la liqueur filtrée, on obtient de l'urate d'ammoniaque pur.

Les excréments de certains oiseaux qui, sur les côtes de l'Amérique, forment des bancs considérables désignés sous le nom de *guano*, contiennent aussi de l'acide urique.

On en retire cet acide par la méthode suivante:

Le guano est traité pendant quelques heures par une dissolution bouillante de carbonate de potasse à laquelle on a ajouté de la chaux éteinte. On filtre la liqueur, puis on l'évapore à consistance de bouillie, et l'on comprime fortement le résidu. La masse exprimée est délayée dans l'eau et décomposée par l'acide chlorhydrique. Il se dépose aussitôt des flocons rouges d'acide urique, qu'on purifie en opérant plusieurs fois leur dissolution dans la potasse et leur précipitation par l'acide chlorhydrique.

100 kilogrammes de guano ainsi traités fournissent 2250 grammes d'acide urique pur. (M. Bensch.)

On peut aussi commencer par traiter le guano par de l'acide sulfurique concentré, laisser déposer la partie insoluble, décanter et étendre l'acide d'une grande quantité d'eau ; l'acide urique se précipite alors, et l'on peut en achever la purification par des dissolutions dans les alcalis, et des précipitations par l'acide chlorhydrique.

URATES.

L'acide urique est bibasique ; les urates neutres ont pour formule générale $(MO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$.

Les urates à base d'alcali sont seuls solubles dans l'eau.

L'étude des urates est due en grande partie à M. Bensch.

Urate neutre de potasse. $(KO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — Ce sel présente l'aspect d'aiguilles brillantes, qui sont anhydres, déliquescentes à l'air et très-solubles dans l'eau.

L'urate de potasse absorbe rapidement l'acide carbonique de l'air en produisant de l'urate acide de potasse qui se précipite. Il se décompose par un contact prolongé avec l'eau bouillante. Il fond à 150° et s'altère à une température plus élevée. On l'obtient en concentrant par distillation une dissolution étendue de potasse, qui a été neutralisée par de l'acide urique.

Urate acide de potasse. $KO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate acide de potasse est blanc, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Il est précipité par les alcalis, les bicarbonates alcalins, le chlorure de baryum, le chlorhydrate d'ammoniaque, les sels de plomb et les sels d'argent. On le prépare en saturant par l'acide carbonique une dissolution d'urate neutre de potasse.

Urate neutre de soude $(NaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate de soude forme des mamelons blancs, peu solubles dans l'eau, insolubles dans l'éther et très-peu solubles dans l'alcool.

La dissolution aqueuse d'urate de soude présente une réaction alcaline. Elle absorbe l'acide carbonique de l'air et dépose de l'urate acide de soude.

L'urate de soude se décompose lorsqu'on chauffe à 150°.

On le prépare comme le sel de potasse correspondant.

Urate acide de soude. $NaO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — Ce sel est cristallisable, soluble dans 1200 parties d'eau à 15°, et dans 125 parties d'eau bouillante. Il n'exerce aucune action sur les réactifs colorés. On l'obtient, soit en saturant d'acide carbonique une dissolution d'urate neutre de soude, soit en précipitant par le bicarbonate de soude une dissolution bouillante d'acide urique dans la soude.

Urate acide d'ammoniaque. $AzH^4O,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate acide

d'ammoniaque s'obtient à l'état amorphe et à l'état cristallin. Il est soluble dans 1608 parties d'eau à 15°.

Pour le produire, on traite à l'ébullition l'acide urique par une dissolution aqueuse d'ammoniaque. L'urate d'ammoniaque se dépose alors sous la forme d'aiguilles brillantes et incolores.

Ce sel se prépare encore en versant de l'ammoniaque sur de l'acide urique. La masse, chauffée légèrement, se prend en une gelée qu'on soumet à la dessiccation après l'avoir lavée à grande eau.

Urate neutre de baryte. $(BaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate de baryte est très-peu soluble dans l'eau : 1 partie de ce sel exige 7900 parties d'eau à 15° pour se dissoudre. On le prépare en versant peu à peu, dans une dissolution saturée et bouillante de baryte, de l'acide urique pulvérisé et mis en suspension dans une petite quantité d'eau. Cet acide se dissout rapidement, et, si l'on en ajoute un excès, l'urate de baryte se précipite.

On connaît un urate acide de baryte qui a pour formule : $BaO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4, + 2HO$.

Urate de strontiane. $(SrO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4, + 4HO$. — Ce sel forme des aiguilles radiées qui sont déliquescentes à l'air, solubles dans 4300 parties d'eau froide, dans 1790 parties d'eau bouillante, et qui deviennent anhydres par une dessiccation à 165°.

On obtient l'urate de strontiane comme le sel de baryte correspondant.

Il existe un urate acide de strontiane, blanc, amorphe, soluble dans 603 parties d'eau froide, et dont la composition correspond à la formule $SrO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4, + 2HO$.

Urate de chaux. $(CaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate neutre de chaux est grenu, anhydre, soluble dans 1500 parties d'eau froide et dans 1440 parties d'eau bouillante.

Ce sel se précipite, quand on fait bouillir pendant une ou deux heures une dissolution de chlorure de calcium dans laquelle on a ajouté goutte à goutte une dissolution d'urate de potasse, jusqu'à ce que le précipité qui se forme par chaque addition d'urate commence à devenir persistant.

Urate acide de chaux. $CaO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — Ce sel est amorphe, soluble dans 603 parties d'eau froide et dans 276 parties d'eau bouillante. On le produit en précipitant à chaud l'urate acide de potasse par le chlorure de calcium.

Urate acide de magnésie. $MgO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4 + 6HO$. — L'urate acide de magnésie offre l'aspect de mamelons blancs et brillants. Ce sel est soluble dans l'eau bouillante. Pour l'obtenir, il faut mélanger deux dissolutions concentrées, l'une d'urate acide de potasse, l'autre de sulfate de magnésie, et abandonner la liqueur au repos.

Urate neutre de plomb. $(PbO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — Ce sel est blanc, amorphe, très-dense, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Il supporte facilement une chaleur de 160° sans s'altérer. On le prépare en versant une dissolution étendue d'urate de soude dans une dissolution étendue et bouillante d'azotate de plomb. Il se dépose d'abord un corps jaune qu'on sépare par filtration, et l'on continue les additions d'urate de soude jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité.

Les **urates de cuivre** et **d'argent** sont amorphes et peu stables.

ACIDE PSEUDO-URIQUE.

L'acide urique n'a pas encore pu être reproduit en partant de ses dérivés. MM. Rosing et Schischkoff ont essayé cette régénération en étudiant l'action de l'alloxane sur le cyanhydrate d'ammoniaque. En effet, l'acide urique peut être envisagé comme de l'alloxane dans laquelle 2 équivalents d'oxygène seraient remplacés par C^2Az,AzH^3; mais l'expérience n'a pas confirmé leur prévision, ils ont obtenu, dans cette réaction, un corps qu'ils ont nommé *oxalane*, et que nous étudierons plus loin, ainsi que l'alloxane.

Déjà MM. Liebig et Wöhler avaient essayé cette synthèse en faisant agir l'acide cyanique sur l'uramile, mais inutilement :

$$\underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Uramile.}} + \underbrace{C^2AzO,HO}_{\text{Acide cyanique.}} = \underbrace{C^{10}H^4Az^4O^6}_{\text{Acide urique.}} + 2HO.$$

M. Baeyer, en faisant agir le cyanate de potasse sur l'uramile ou sur la murexide, a obtenu un corps offrant la composition de l'acide urique, mais s'en distinguant par quelques propriétés. Il l'a nommé *acide pseudo-urique*.

Cet acide est très-peu soluble, les agents réducteurs sont sans action sur lui ; l'acide nitrique le transforme en urée et en alloxane ; l'oxyde puce de plomb le transforme en acide oxalurique et non en allantoïne. Les sels de cet acide s'obtiennent, soit par double décomposition, soit directement, par l'action des cyanates correspondants sur l'uramile. Ils sont tous plus ou moins solubles et se décomposent par la calcination, en laissant un résidu de cyanure. Ils sont en outre monobasiques, tandis que les urates proprement dits sont bibasiques.

Le sel de baryte, qui peut servir à préparer les autres pseudo-urates, cristallise en longues aiguilles groupées concentriquement, renfermant 5 équivalents d'eau de cristallisation.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXVII, 1.)

PRODUITS D'OXYDATION DE L'ACIDE URIQUE.

ALLANTOÏNE. $C^8H^6Az^4O^6$.

Lorsqu'on fait réagir de l'oxyde puce de plomb (acide plombique) sur de l'acide urique mis en suspension dans de l'eau bouillante, il se produit

un vif dégagement d'acide carbonique, l'acide urique se dissout peu à peu, et la liqueur laisse déposer par le refroidissement une substance parfaitement cristallisée.

Cette substance se trouve toute formée dans l'économie; elle a été découverte par Vauquelin et Buniva dans les eaux de l'amnios de la vache, et ils l'avaient nommée *allantoïne*. On trouve aussi l'allantoïne dans l'urine de veau. (WŒHLER.)

Son mode de formation par l'acide urique et par l'oxyde puce de plomb est représenté par l'équation

$$\underbrace{C^{10}H^4Az^4O^6}_{\text{Acide urique.}} + 2HO + 2PbO^2 = \underbrace{C^8H^6Az^4O^6}_{\text{Allantoïne.}} + 2(CO^2PbO).$$

Seulement l'oxydation d'une partie de l'acide urique est toujours plus avancée, et donne lieu à de l'urée. On rencontre aussi l'allantoïne parmi les produits de la réaction d'un mélange de potasse caustique et de ferricyanure de potassium sur l'acide urique. Elle est accompagnée, dans ce dernier cas, d'un acide nouveau, l'*acide lantanurique*, qui a pour formule $C^6H^4Az^2O^6,HO$. (M. SCHLIEPER.)

L'allantoïne cristallise en prismes blancs, insipides, sans aucune action sur les couleurs végétales, et plus solubles dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'allantoïne, légèrement chauffée avec de l'acide azotique, s'y dissout, et la liqueur, en se refroidissant, laisse déposer une quantité considérable de cristaux d'azotate d'urée. L'acide chlorhydrique produit avec l'allantoïne du chlorhydrate d'urée.

Sous l'influence de ces deux acides, l'allantoïne fixe 2 équivalents d'eau, et se dédouble en urée et en un corps complémentaire, l'*acide allanturique* $C^6H^4Az^2O^6$, qui prend aussi naissance quand on soumet l'acide urique ou l'allantoïne à l'action de l'oxyde puce de plomb. (M. PELOUZE.)

Ce dédoublement s'exprime par l'équation

$$\underbrace{C^8H^6Az^4O^6}_{\text{Allantoïne.}} + 2HO = \underbrace{C^6H^4Az^2O^6}_{\text{Acide allanturique.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}.$$

L'acide allanturique est amorphe, déliquescent, presque insoluble dans l'alcool concentré, qui le sépare de ses dissolutions aqueuses. Il forme, dans les sels de plomb et d'argent, des précipités insolubles, mais qui se dissolvent dans un excès d'acide allanturique ou de solution métallique.

L'eau bouillante dédouble l'allantoïne, comme l'acide azotique, en acide allanturique et en urée; seulement cette dernière substance, en agissant à son tour sur les éléments de l'eau, se change en carbonate d'ammoniaque.

L'acide sulfurique bouillant décompose l'allantoïne. Sous l'influence

des ferments, l'allantoïne devient ammoniacale et se transforme en urée, carbonate et oxalate d'ammoniaque et en un acide sirupeux.

(M. Wœhler.)

L'allantoïne produit dans une dissolution d'azotate d'argent ammoniacal un précipité qui a pour formule $AgO,C^8H^5Az^4O^5$.

On connaît encore d'autres combinaisons salines de l'allantoïne avec les oxydes de zinc, de cadmium, de cuivre, de plomb et de mercure.

(M. Limpricht, *Ann. der Chem. und Pharm.*, LXXXVIII, 94.)

L'allantoïne correspond par sa composition à 4 équivalents de cyanogène et 6 équivalents d'eau :

$$C^8H^6Az^4O^6 = 4(C^2Az) + 6HO.$$

On peut aussi la considérer comme 2 molécules d'oxalate d'ammoniaque, moins 10 équivalents d'eau :

$$\underbrace{2[C^4(AzH^4)^2O^8]}_{\text{Oxalate d'ammoniaque.}} - 10HO = \underbrace{C^8H^6Az^4O^6}_{\text{Allantoïne}}.$$

Du reste, l'allantoïne se comporte avec les alcalis et les acides hydratés comme une véritable amide, et se change peu à peu, sous leur influence, en acide oxalique et en ammoniaque. (MM. Liebig et Wœhler.)

Une dissolution d'allantoïne dans la potasse, préparée depuis plusieurs jours, laisse précipiter un sel de plomb particulier, l'*hydantoate de plomb*, quand, après l'avoir sursaturée par l'acide acétique, on y verse de l'acétate de plomb. L'hydantoate de plomb donne l'*acide hydantoïque* lorsqu'on le décompose par l'hydrogène sulfuré.

L'acide hydantoïque est incristallisable, déliquescent et insoluble dans l'alcool. Il a pour formule $C^8H^8Az^4O^8$. (M. Schlieper.)

L'allantoïne, traitée par l'acide iodhydrique, met de l'iode en liberté et se transforme en urée et en *hydantoïne* $C^6H^4Az^2O^4$:

$$\underbrace{C^8H^6Az^4O^6}_{\text{Allantoïne.}} + 2IH = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^6H^4Az^2O^4}_{\text{Hydantoïne.}} + 2I.$$

L'hydantoïne se présente en cristaux incolores, solubles dans l'eau, et d'une saveur légèrement sucrée. L'oxydation la transforme en acide allanturique.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVIII, 178.)

ALLOXANE. $C^8H^2Az^2O^8$.

Propriétés. — L'alloxane est cristallisable; une dissolution bouillante et saturée d'alloxane dépose à chaud cette substance en octaèdres rhomboïdaux, qui sont quelquefois anhydres (MM. Liebig et Wœhler), ou qui renferment 2 équivalents d'eau (M. L. Gmelin). La même dissolution abandonne l'alloxane par le refroidissement à l'état de prismes rectangulaires efflorescents qui contiennent 8 équivalents d'eau de cristallisation.

Les cristaux d'alloxane ont une saveur salée et astringente. Ils sont très-solubles dans l'eau; leur dissolution rougit le tournesol et colore la peau en pourpre.

Les alcalis transforment l'alloxane en acide alloxanique; cette transformation a lieu par la fixation de 2 équivalents d'eau.

L'eau de baryte la transforme par une ébullition prolongée en urée et en mésoxalate de baryte :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2(BaO,HO) = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^6H^8,2BaO}_{\text{Mésoxalate de baryte.}}$$

L'ammoniaque exerce sur l'alloxane une action très-remarquable, et la transforme en différents produits qui seront étudiés plus loin.

Par l'action prolongée de l'eau bouillante, l'alloxane se convertit en *acide parabanique* $C^6H^2Az^2O^6$. La même transformation a lieu par l'action prolongée de l'acide nitrique.

L'alloxane se combine avec les bisulfites alcalins et forme des composés bien cristallisés; on les obtient en ajoutant à une solution, concentrée et légèrement chauffée, de bisulfite alcalin, de l'alloxane en poudre, jusqu'à ce que celle-ci ne se dissolve plus; par le refroidissement ou par l'évaporation de la liqueur filtrée, les cristaux se déposent. Traitées par les acides, ces combinaisons dégagent de l'acide sulfureux et remettent l'alloxane en liberté.

La combinaison potassique $C^8H^3KAz^2S^2O^{14}+2HO=C^8H^2Az^2O^8,KO,HO,S^2O^4+2HO$ est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante; sa réaction est acide; elle perd son eau de cristallisation à 100°. Les combinaisons sodique et ammoniacale sont plus solubles dans l'eau; la première cristallise avec 3 équivalents d'eau, et la seconde avec 2.

L'alloxane se dissout dans une solution d'acide sulfureux, sans s'y combiner; à chaud, il y a production d'alloxanthine.

(M. Wöth, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CVIII, 41.)

L'ammoniaque, en présence de l'acide cyanhydrique, transforme l'alloxane en *oxalane*, et le carbonate de potasse, dans les mêmes circonstances, la transforme en *acides dialurique*, et *oxalurique*, que nous étudierons plus loin.

Lorsqu'on mélange des solutions d'alloxane et d'alanine, il se produit une coloration rouge; si l'on chauffe légèrement, on observe un dégagement d'acide carbonique et d'aldéhyde; par le refroidissement, il se dépose de la murexide. La leucine se comporte d'une manière analogue, ainsi que le sucre de gélatine.

(M. Strecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXIII, 363.)

Préparation. — Pour obtenir l'alloxane, on place dans l'eau froide plusieurs verres à pied contenant chacun 120 grammes environ d'acide azotique d'une densité égale à 1,4, et l'on verse peu à peu dans ces

verres de l'acide urique pulvérisé. Une vive effervescence se manifeste, l'acide urique se dissout, et, si la chaleur produite par la réaction a été suffisamment modérée au moyen de l'eau froide, des cristaux grenus d'alloxane se déposent au fond des verres. On essore ces cristaux sur une brique, on les dissout dans de l'eau à 80°, et l'on filtre rapidement. La liqueur dépose de l'alloxane pure par le refroidissement.

L'alloxane se prépare encore en traitant l'acide urique par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse. On place dans une capsule 240 grammes d'acide chlorhydrique et 124 grammes d'acide urique pulvérisé, puis on ajoute au mélange, par petites portions et en agitant sans cesse, 24 grammes de chlorate de potasse en poudre. Lorsque l'addition du chlorate, qui demande trente minutes environ, est opérée, on étend la masse de deux fois son volume d'eau et on l'abandonne à elle-même : l'alloxane produite se dissout, tandis que l'acide urique non attaqué se dépose. On enlève cet acide par décantation, et, après l'avoir chauffé à 50° en présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, on l'oxyde, comme nous l'avons dit, par 7 grammes de chlorate de potasse.

Quand l'opération est bien conduite, la décomposition de l'acide urique a lieu sans dégagement de gaz, et il ne se produit que de l'alloxane et de l'urée. (M. Schlieper.)

M. Liebig (*Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXI, 80) a reconnu la présence de l'alloxane dans l'économie animale, en soumettant au dialyseur de M. Graham une matière gélatineuse qui se produit dans le catarrhe intestinal ; l'alloxane est un cristalloïde, et traverse par conséquent la membrane du dialyseur.

DÉRIVÉS DE L'ALLOXANE.

ACIDE ALLOXANIQUE. $C^8H^4Az^2O^{10}$.

L'alloxane, traitée à froid par les alcalis, se transforme en un acide, l'*acide alloxanique*, qui a pour formule $C^8H^4Az^2O^{10}$. Dans cette réaction, la molécule de l'alloxane a donc fixé 2 équivalents d'eau.

On obtient ordinairement l'acide alloxanique en décomposant l'alloxanate de baryte par l'acide sulfurique.

L'acide alloxanique cristallise difficilement, en mamelons ; le plus souvent il forme une masse visqueuse, soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Il dissout le zinc en dégageant de l'hydrogène. C'est un acide puissant, qui forme avec plusieurs bases des sels neutres et des sels acides.

L'eau bouillante le décompose, il se dégage de l'acide carbonique et il se forme deux nouveaux corps, la *diflusane* et l'*acide leucoturique*.

Nous avons vu que l'allantoïne, traitée par l'acide iodhydrique, donne

naissance à un nouveau composé, l'hydantoïne; celui-ci se produit aussi par l'action de l'acide iodhydrique sur l'acide alloxanique; c'est même le meilleur moyen pour l'obtenir; seulement on obtient, en outre, de l'acide allanturique et de l'acide leucoturique.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXIX, 126.)

Voici les formules des principaux alloxanates :

Alloxanate de potasse.....	$2KO,C^8H^2Az^2O^8 + 6HO$.
Bialloxanate de potasse.....	$KO,HO,C^8H^2Az^2O^8$.
Bialloxanate d'ammoniaque....	$AzH^4O,HO,C^8H^2Az^2O^8$.
Alloxanate de baryte.....	$2BaO,C^8H^2Az^2O^8 + 14HO$.
Bialloxanate de baryte.....	$BaO,HO,C^8H^2Az^2O^8 + 2HO$.
Alloxanate de strontiane.....	$2SrO,C^8H^2Az^2O^8 + 8HO$.
Alloxanate de chaux.....	$2CaO,C^8H^2Az^2O^8 + 10HO$.
Bialloxanate de chaux	$CaO,HO,C^8H^2Az^2O^8 + 5HO$.
Alloxanate de magnésie.....	$2MgO,C^8H^2Az^2O^8 + 10HO$.
Bialloxanate de zinc.....	$ZnO,HO,C^8H^2Az^2O^8 + 4HO$.
Alloxanate de plomb.....	$2PbO,C^8H^2Az^2O^8 + 2HO$.
Bialloxanate de plomb.....	$PbO,HO,C^8H^2Az^2O^8 + 2HO$.
Alloxanate de cuivre.....	$2CuO,C^8H^2Az^2O^8 + 8HO$.
Alloxanate d'argent.....	$2AgO,C^8H^2Az^2O^8$.
Alloxanate de mercure.....	$2HgO,C^8H^2Az^2O^8$.
Alloxanate de nickel	$2NiO,C^8H^2Az^2O^8 + 4HO$.

Alloxanate neutre de potasse. $C^8H^2Az^2O^8,2KO + 6HO$. — Ce sel a une saveur amère; il est très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Bialloxanate de potasse. $C^8H^2Az^2O^8,KO,HO$. — Ce sel est peu soluble dans l'eau. Séché dans le vide, il se présente sous l'aspect d'une poudre blanche et cristalline qui se colore en rouge par le contact de l'air.

Alloxanate neutre de soude. — Il est déliquescent; il en est de même de l'alloxanate acide.

Alloxanate neutre d'ammoniaque. — Ce sel est peu soluble et perd peu à peu de l'ammoniaque, pour se convertir en sel acide. Celui-ci forme des cristaux transparents, appartenant au système rhomboïdal; il est très-acide et insoluble dans l'alcool; la distillation le décompose en donnant de l'oxamide, de l'urée, du cyanhydrate et du carbonate d'ammoniaque.

Alloxanate de baryte. — L'alloxanate de baryte est cristallin et soluble dans l'eau. Pour l'obtenir, on ajoute 2 volumes d'une dissolution d'alloxane à 3 volumes d'une dissolution de chlorure de baryum, et après avoir chauffé le mélange à 60°, on y verse goutte à goutte une dissolution de potasse, jusqu'à ce que le précipité qui se forme par chaque addition d'alcali cesse de se dissoudre par l'agitation. La liqueur

dépose alors de l'alloxanate de baryte qu'on essore sur une brique poreuse.

Lorsqu'on fait bouillir une dissolution aqueuse d'alloxanate de baryte, ce sel se transforme en carbonate de baryte et en un sel nouveau, le *mésoxalate de baryte.*

BROMALLOXANE. $C^8H^2Br^2Az^2O^6$.

Ce corps ne se forme pas directement, mais seulement par l'action du brôme sur l'acide violurique ou sur l'acide hydurilique que nous étudierons plus loin. Il cristallise en prismes ou en tables carrées, et se dissout facilement dans l'eau, l'alcool et l'éther. Sa solution aqueuse se décompose peu à peu en donnant de l'alloxane ; l'acide nitrique ne l'attaque pas, les alcalis le dissolvent.

La solution ammoniacale, chauffée avec de l'alcool, donne du bromoforme, et il se forme le sel ammoniacal d'un acide bromé, que M. Baeyer a nommé *acide bromobarbiturique.* Ce dernier paraît aussi se former par l'action de l'acide cyanhydrique.

$$\underbrace{C^8H^2Br^2Az^2O^6}_{\text{Bromalloxane.}} + C^2AzH = \underbrace{C^8H^3BrAz^2O^6}_{\text{Acide bromobarbiturique.}} + C^2AzBr.$$

La bromalloxane peut être envisagée comme de l'acide alloxanique dans lequel 2 équivalents de brôme remplacent 2 fois HO^2, et l'acide bromobarbiturique, comme de la bromalloxane dont 1 équivalent de brôme est remplacé par un équivalent d'hydrogène.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVII, 199.)

ACIDE LEUCOTURIQUE. — DIFLUANE. — ACIDE ALLITURIQUE.

L'acide alloxanique, soumis à l'action de l'eau bouillante, laisse dégager de l'acide carbonique, et se dédouble en deux corps solides, l'*acide leucoturique* et la *difluane.*

L'*acide leucoturique* $C^{12}H^6Az^4O^{12}$ est une poudre blanche, cristalline et grenue, insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante. Il forme avec l'ammoniaque un sel cristallisable, qui précipite en blanc l'azotate d'argent.

Cet acide est à l'acide parabanique ce que l'alloxantine est à l'alloxane, c'est-à-dire qu'il contient de l'hydrogène en plus, et que sa molécule est doublée.

La *difluane* $C^6H^4Az^2O^5$ est pulvérulente, neutre, soluble en toutes proportions dans l'eau, insoluble dans l'alcool anhydre, d'une saveur amère et en même temps un peu salée. Elle précipite en blanc les sels de plomb et d'argent, et donne de l'alloxane par l'action de l'acide azotique.

La formule de ce corps doit être doublée, et s'écrire $C^{12}H^8Az^4O^{10}$.

(M. Schlieper, *Ann. der Chem. und Pharm.*, LV, 263 ; LVI, 1.)

L'*acide alliturique* offre beaucoup d'analogies avec l'acide leucoturique, et se produit par l'action des corps réducteurs sur l'acide alloxanique. Sa composition est représentée par la formule $C^{12}H^{6}Az^{4}O^{8}$.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXIX, 126.)

ALLOXANTHINE. $C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}$.

L'alloxane, soumise à l'action des corps désoxydants, produit une nouvelle substance, l'*alloxanthine*, qui a pour formule $C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}$. Elle dérive de l'alloxane en vertu de l'équation

$$\underbrace{2(C^{8}H^{2}Az^{2}O^{8})}_{\text{Alloxane.}} + 2H = \underbrace{C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + 2HO.$$

On peut la considérer comme du dialurate d'alloxane; en effet, on l'obtient directement en combinant ces deux corps:

$$\underbrace{C^{8}H^{2}Az^{2}O^{8}}_{\text{Alloxane.}} + \underbrace{C^{8}H^{4}Az^{2}O^{8}}_{\text{Acide dialurique.}} = \underbrace{C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + 2HO.$$

L'alloxanthine cristallise en prismes obliques à quatre pans, contenant 6 équivalents d'eau qui ne se dégagent qu'au-dessus de 100°; ces cristaux se colorent en rouge sous l'influence de l'ammoniaque, en prenant un reflet métallique.

Les cristaux d'alloxanthine sont très-peu solubles dans l'eau froide, un peu plus dans l'eau bouillante. Leur dissolution rougit la teinture bleue de tournesol; elle précipite les sels de baryte, et devient d'un rouge pourpre par une addition d'ammoniaque.

En agissant sur l'alloxanthine, les agents d'oxydation, tels que l'acide azotique et l'azotate d'argent, régénèrent l'alloxane.

Lorsqu'on mélange deux dissolutions bouillantes, l'une d'alloxanthine et l'autre de chlorhydrate d'ammoniaque, il se produit de la dialuramide et de l'alloxane :

$$\underbrace{C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + AzH^{4}Cl = \underbrace{C^{8}H^{5}Az^{3}O^{6}}_{\text{Dialuramide.}} + \underbrace{C^{8}H^{2}Az^{2}O^{8}}_{\text{Alloxane.}} + HCl.$$

L'alloxanthine forme, avec l'urée, une combinaison cristallisée.

(M. Hlasiwetz.)

Elle ne se combine pas avec les bisulfites alcalins comme l'alloxane; mais, chauffée avec du bisulfite d'ammoniaque, elle se transforme en dialurate d'ammoniaque. (M. Wurtz.)

En traitant l'alloxanthine par l'acide chlorhydrique, on la décompose en donnant naissance à de l'acide alliturique et à de l'acide diliturique en même temps qu'il se forme de l'alloxane et de l'acide parabanique.

(M. Schlieper.)

On prépare ordinairement l'alloxanthine en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une dissolution froide d'alloxane. Il se

dépose du soufre et de l'alloxanthine. On décante les eaux mères, et l'on épuise le dépôt par l'eau bouillante, qui dissout l'alloxanthine et la laisse cristalliser par le refroidissement.

Une dissolution d'alloxane, additionnée de protochlorure d'étain, laisse déposer de l'alloxanthine.

La meilleure manière de préparer l'alloxanthine est de traiter l'alloxane par le zinc en présence de l'acide chlorhydrique : il se dépose ainsi des croûtes cristallines d'alloxanthine, qu'il suffit de faire recristalliser dans l'eau bouillante.

ACIDE ALLITURIQUE. $C^{12}H^6Az^4O^8$.

Lorsqu'on évapore rapidement, à l'aide de l'ébullition, une dissolution d'alloxanthine mêlée avec de l'acide chlorhydrique, et qu'on laisse refroidir la liqueur, celle-ci dépose par le refroidissement un nouveau corps, mélangé avec de l'alloxanthine non attaquée. Le nouveau corps est acide et a reçu le nom d'*acide alliturique*. Il a pour formule $C^{12}H^6Az^4O^8$. Les alcalis le décomposent avec l'aide de la chaleur, en en dégageant de l'ammoniaque. (M. Schlieper.)

ACIDE MYCOMÉLINIQUE. $C^8H^4Az^4O^4$.

Lorsqu'on chauffe doucement un mélange d'alloxane et d'ammoniaque, la masse prend une teinte jaune, et dépose, par l'évaporation, un sel ammoniacal gélatineux, dont l'acide sulfurique sépare un acide azoté, nommé *acide mycomélinique* ou *mycomélique* $C^8H^4Az^4O^4 + HO$.

L'acide mycomélinique est jaune, gélatineux, presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante. Ses sels sont colorés en jaune et sont incristallisables.

On peut considérer l'acide mycomélinique comme l'amide de l'alloxane $C^8(AzH^2)^2Az^2O^4$.

ACIDE THIONURIQUE. $C^8H^5Az^3O^8,2SO^2$.

Lorsqu'on verse de l'acide sulfurique dans une dissolution d'alloxane, jusqu'à ce que le mélange commence à dégager de l'acide sulfureux, et qu'après avoir neutralisé la liqueur par du carbonate de potasse, on la fait bouillir pendant trente minutes, il se dépose, par le refroidissement, des aiguilles incolores d'un sel qui a été nommé *thionurate d'ammoniaque*.

Ce sel s'obtient en faisant bouillir pendant quelque temps de l'alloxane avec du sulfite d'ammoniaque ; le thionurate d'ammoniaque cristallise par le refroidissement.

Le thionurate d'ammoniaque produit dans une dissolution d'acétate de plomb un précipité de thionurate de plomb qui, décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne l'*acide thionurique*.

L'*acide thionurique* $C^8H^5Az^3O^{12}S^2$ cristallise en aiguilles. Sa saveur est acide. Il ne s'altère pas à l'air. Soumis à l'ébullition avec de l'eau, sa solution se trouble et dépose de la *dialuramide :*

$$\underbrace{C^8H^5Az^3O^8,2SO^2}_{\text{Acide thionurique.}} + 2HO = \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + 2SO^3,HO.$$

Les thionurates à base d'alcali sont tous solubles et cristallisables. Les autres thionurates paraissent être peu solubles.

(MM. Liebig et Wœhler.)

Une dissolution aqueuse et saturée d'alloxane, mêlée avec une dissolution saturée d'acide sulfureux dans l'eau, produit un nouvel acide, qui a reçu le nom d'*acide alloxanosulfureux*. Cet acide renferme les éléments de l'acide thionurique, moins de l'ammoniaque.

(M. Gregory.)

ACIDE DIALURIQUE. $C^8H^4Az^2O^8$.

Quand on fait arriver du gaz hydrogène sulfuré dans une dissolution bouillante d'alloxanthine, il se précipite du soufre, et la liqueur s'acidifie. Si, après l'avoir neutralisée par du carbonate d'ammoniaque, on l'abandonne au refroidissement, elle laisse cristalliser un sel ammoniacal nouveau, le *dialurate d'ammoniaque*, qui, traité par l'acide chlorhydrique, donne l'acide dialurique.

La réaction qui donne naissance à l'acide dialurique peut s'exprimer par l'équation :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2HS = \underbrace{C^8H^4Az^2O^8}_{\text{Acide dialurique.}} + 2S.$$

L'acide dialurique prend aussi naissance dans l'action de l'ammoniaque ou des alcalis sur l'alloxane, en présence de l'acide cyanhydrique, sans que ce dernier intervienne ; il est accompagné d'acide parabanique ou d'oxaluramide (*oxalane*), suivant les circonstances :

$$\underbrace{2(C^8H^2Az^2O^8)}_{\text{Alloxane.}} + 2HO = \underbrace{C^6H^2Az^2O^6}_{\text{Acide parabanique.}} + \underbrace{C^8H^4Az^2O^8}_{\text{Acide dialurique.}} + C^2O^4.$$

L'acide dialurique est peu soluble dans l'eau. Il produit avec la potasse un sel cristallisable.

Le dialurate d'ammoniaque cristallise en aiguilles qui se colorent très-facilement par la dessiccation à l'air ; ce sel précipite les sels de baryte et de plomb.

Lorsqu'on chauffe à 150° de l'acide dialurique dans de la glycérine, il se dégage de l'acide carbonique, et il se dépose une poudre noire qui est de l'*hydurilate d'ammoniaque*. L'acide de ce sel a pour composition $C^{16}H^6Az^4O^{12}$, et a pour caractère de donner, avec le perchlorure de fer,

une coloration d'un vert intense; le même acide peut aussi prendre naissance par l'action de l'acide nitrique étendu sur l'acide urique.

(M. Baeyer.)

URAMILE OU DIALURAMIDE. $C^8H^6Az^3O^6$. — ACIDE URAMILIQUE. $C^{16}H^{10}Az^5O^{15}$.

L'acide thionurique dissous se décompose par l'ébullition en acide sulfurique et en une nouvelle substance cristalline, qui a reçu le nom d'*uramile*, et dont la formule est $C^8H^6Az^3O^6$. L'uramile représente l'amide de l'acide dialurique.

L'uramile cristallise en houppes soyeuses qui se colorent en rose sous l'influence des vapeurs ammoniacales, et se dissolvent dans l'eau et dans les alcalis.

La dissolution ammoniacale d'uramile se colore à l'air en rouge pourpre, et abandonne des aiguilles cristallines d'un beau vert, constituant la *murexide*, ou *purpurate d'ammoniaque*. La potasse transforme l'uramile en purpurate de potasse.

Le même produit vert se forme encore lorsqu'on fait réagir l'oxyde d'argent ou l'oxyde de mercure sur de l'uramile mise en suspension dans de l'eau bouillante.

L'acide sulfurique dissout l'uramile à froid sans l'altérer. L'acide azotique l'attaque et la change en alloxane :

$$\underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Uramile.}} + 2O = \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + AzH^3.$$

La potasse caustique, ajoutée dans une dissolution d'uramile, détermine l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène de l'air, et il se forme un corps cristallin de couleur pourpre (*purpurate de potasse*).

(MM. Liebig et Wœhler.)

Nous avons vu que l'uramile, traitée par les cyanates, se transforme en un acide isomérique de l'acide urique, l'*acide pseudo-urique*.

Lorsqu'on ajoute de l'acide sulfurique à du thionurate d'ammoniaque, il se dépose au bout de quelque temps un acide particulier, l'*acide uramilique* $C^{16}H^{10}Az^5O^{15}$, qui cristallise en prismes incolores à quatre pans.

(M. Gregory.)

MUREXIDE. $C^{16}H^8Az^6O^{12}$.

Ce corps, obtenu pour la première fois par le docteur Prout, se produit quand les dérivés de l'acide urique sont mis en contact avec l'ammoniaque. Il sert à caractériser l'acide urique.

La murexide forme des prismes à quatre pans, à reflets métalliques et présentant les couleurs vertes des ailes de cantharide. Elle perd à 100° 2 équivalents d'eau de cristallisation. Elle est insoluble dans l'alcool, dans l'éther et peu soluble dans l'eau, qu'elle colore cependant en pourpre magnifique.

L'acide azotique la transforme en alloxane.

La murexide se dissout dans la potasse en prenant une magnifique couleur bleue ; si l'on chauffe jusqu'à ce que cette coloration ait disparu, on obtient des paillettes cristallines de murexane.

On peut considérer la murexide comme le sel ammoniacal d'un acide particulier, l'*acide purpurique*, qui n'a pas encore été isolé ; les précipités formés dans les sels de baryte, de strontiane, de chaux et de plomb, par les dissolutions de murexide, seraient alors des purpurates métalliques.

Quand on verse de l'azotate de potasse dans une dissolution concentrée de murexide, il se produit un précipité brun de *purpurate de potasse* $C^{16}H^4KAz^5O^{12}$.

L'azotate de soude donne, dans les mêmes conditions, du *purpurate de soude* $C^{16}H^4NaAz^5O^{12}$, qui constitue un sel rouge assez soluble.

Une dissolution de murexide forme, dans une dissolution d'azotate d'argent, additionnée de quelques gouttes d'acide azotique, un précipité pourpre ou vert de *purpurate d'argent*.

Le *purpurate de magnésie* est très-soluble dans l'eau.

Le *purpurate de baryte* $C^{16}H^4BaAz^5O^{12}$ se présente sous forme d'un précipité vert foncé.

On connaît aussi des purpurates renfermant 2 équivalents de base, et que M. Beilstein envisage comme des purpurates neutres. Le purpurate neutre de chaux $C^{16}H^3Ca^2Az^5O^{12}$, forme un précipité cristallin vert foncé.

Le purpurate neutre d'argent $C^{16}H^3Ag^2Az^5O^{12}$, forme un précipité brun rouge. Il peut s'unir à 4 équivalents d'oxyde d'argent.

(M. Beilstein, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CVII, 176.)

Pour obtenir la murexide, on peut :

1° Faire réagir une très-petite quantité d'oxyde d'argent ou d'oxyde de mercure sur la dialuramide ; la transformation de la dialuramide en purpurate d'ammoniaque ou murexide peut s'exprimer par l'équation :

$$\underbrace{2(C^8H^5Az^3O^6)}_{\text{Dialuramide.}} + O^2 = \underbrace{C^{16}H^4(AzH^4)Az^5O^{12} + 2HO}_{\text{Murexide.}}.$$

2° Ajouter une dissolution d'alloxane dans une dissolution ammoniacale de dialuramide :

$$\underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + AzH^3 + \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} = \underbrace{C^{16}H^4(AzH^4)Az^5O^{12}}_{\text{Murexide.}} + 2HO$$

3° Précipiter par l'ammoniaque une dissolution d'acide urique dans l'acide azotique ;

4° Verser goutte à goutte une dissolution de carbonate d'ammoniaque dans une dissolution chaude d'alloxane, jusqu'à ce que le mélange répande une odeur d'ammoniaque. La murexide se dépose à l'état cristallin.

Mais le meilleur procédé de préparation de la murexide consiste à faire dissoudre 1 partie d'alloxane et 2,7 parties d'alloxanthine hydratée dans de l'eau bouillante, et d'ajouter du carbonate d'ammoniaque à la dissolution. Lorsque la température est abaissée à 70°, la liqueur laisse déposer la murexide.

La réaction de l'ammoniaque sur l'alloxanthine peut être représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^{16}H^{4}Az^{4}O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + 2AzH^{3} = \underbrace{C^{16}H^{4}(AzH^{4})Az^{5}O^{12}}_{\text{Murexide.}} + 2HO.$$

La murexide a été employée pendant quelques années dans l'industrie des toiles peintes ; mais, malgré la grande beauté des nuances qu'elle produisait, elle a été à peu près abandonnée à cause de son peu de stabilité.

MUREXANE. $C^{8}H^{4}Az^{2}O^{6}$.

La murexide, décomposée par les alcalis ou les acides, produit de l'alloxane, de l'alloxanthine, de l'urée et une nouvelle substance cristalline, que l'on a nommée *murexane*.

Ce corps cristallise en paillettes soyeuses, insolubles dans l'eau. La murexane est incolore. En la soumettant à l'influence de l'oxygène et des vapeurs ammoniacales, elle se transforme en une belle substance rouge qui n'est autre chose que la murexide.

La transformation de la murexane en murexide rappelle donc celle de l'orcine en orcéine. (M. Liebig.)

D'après les recherches de M. Beilstein, la murexane est identique avec la dialuramide (*uramile*). (*Ann. der Chem., und Pharm.*, CVII, 176.)

ACIDE HYDURILIQUE. $C^{16}H^{6}Az^{4}O^{12}$.

Dans la préparation de l'alloxane au moyen de l'acide urique et de l'acide azotique, M. Schlieper a obtenu un sel ammoniacal formé par un nouvel acide qu'il a appelé *acide hydurilique*.

Préparation. — On obtient plus facilement l'acide hydurilique au moyen de l'acide dialurique, en chauffant 9 parties de ce dernier, à la température de 150°, avec 5 parties de glycérine anhydre ; quand le dégagement d'acide carbonique a cessé et que la masse est devenue solide, on chauffe un instant à 166°, puis on laisse refroidir; on lave à l'eau pour enlever la glycérine, qui ne sert que de dissolvant, et l'acide formique qui s'est produit dans la réaction : il reste ainsi une poudre grenue blanche qui est de l'hydurilate acide d'ammoniaque. La formation de ce sel se fait en vertu de l'équation :

$$\underbrace{5C^{8}H^{4}Az^{2}O^{8}}_{\text{Acide dialurique.}} = \underbrace{2C^{16}H^{5}(AzH^{4})Az^{4}O^{12}}_{\text{Hydurilate d'ammoniaque.}} + 6CO^{2} + \underbrace{C^{2}H^{2}O^{4}}_{\text{Acide formique.}}.$$

Pour retirer l'acide hydurilique du sel ammoniacal, on dissout celui-

ci dans un excès d'ammoniaque et l'on y ajoute du sulfate de cuivre; il se dépose des cristaux mamelonnés noirs d'hydurilate de cuivre, anhydres si la liqueur était bouillante, hydratés et rouges si elle était froide. Ce sel de cuivre, traité par de l'acide chlorhydrique, fournit l'acide hydurilique cristallisé.

Propriétés. — L'acide hydurilique se dissout dans l'eau bouillante, et cristallise par refroidissement en petits prismes quadrangulaires renfermant 4 équivalents d'eau de cristallisation. Il est soluble sans altération dans l'acide sulfurique.

Les agents réducteurs et les alcalis sont sans action sur l'acide hydurilique; les agents oxydants l'attaquent.

C'est un acide bibasique: ses sels alcalins sont solubles, les autres ne le sont que peu ou point.

Le perchlorure de fer le colore, ainsi que ses sels, en vert foncé.

L'acide nitrique transforme l'acide hydurilique en *acide nitro-hydurilique*, d'après M. Schlieper. D'après M. Baeyer, il donne naissance à de l'acide diliturique et à deux composés nouveaux, l'*acide violurique* et la *violantine*.

Acide hydurilique bichloré. — Ce corps, qui a pour composition $C^{16}H^4Cl^2Az^4O^{12}$, se forme lorsqu'on fait agir le chlorate de potasse sur l'acide hydurilique, en présence de l'acide chlorhydrique. Il est très-peu soluble dans l'eau bouillante.

Son sel de potasse forme une poudre blanche qui a pour composition $C^{16}H^2Cl^2K^2Az^4O^{12} + 4HO$; il est cristallin, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante.

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXV, 1.)

ACIDE DILITURIQUE. $C^8H^2Az^3O^{10}$.

L'acide hydurilique, traité par l'acide nitrique de concentration ordinaire, s'y dissout en produisant des vapeurs nitreuses; lorsque l'ammoniaque ne colore plus le mélange, mais y produit seulement un précipité blanc, on obtient, par le refroidissement, une bouillie cristalline formée d'acide diliturique qu'on fait recristalliser dans l'eau bouillante; les eaux mères renferment de l'alloxane.

L'acide diliturique forme des prismes quadrangulaires incolores, efflorescents, solubles dans l'eau bouillante en la colorant en jaune; la chaleur le décompose en donnant des vapeurs nitreuses et une masse d'un rouge brun. Il cristallise avec 6 équivalents d'eau. L'acide nitrique est sans action sur lui. C'est un acide tribasique, donnant de préférence des sels acides qui sont très-stables, blancs ou jaunes. Les acides minéraux ne les décomposent pas.

La *diliturate d'ammoniaque* $C^8H^2(AzH^4)Az^3O^{10}$ est très-peu soluble à froid, et cristallise facilement par le refroidissement; on l'obtient di-

rectement à l'état d'un précipité blanc cristallin. L'acide sulfurique le dissout sans le décomposer.

Le *diliturate de potasse* $C^8H^2KAz^3O^{10}$ forme un précipité blanc que l'on obtient en ajoutant de l'acide chlorhydrique à la solution d'acide diliturique dans la potasse.

Le *diliturate bibasique de potasse* $C^8HK^2Az^3O^{10}$ se forme lorsqu'on traite le diliturate d'ammoniaque par la potasse; il forme de belles aiguilles jaunes, insolubles dans la potasse. L'eau le décompose en donnant le sel monobasique. La chaleur le décompose en cyanate de potasse, acide cyanique et acide carbonique:

$$\underbrace{C^8HK^2Az^3O^{10}}_{\text{Diliturate de potasse.}} = \underbrace{2C^2AzO,KO}_{\text{Cyanate de potasse.}} + \underbrace{C^2AzO,HO}_{\text{Acide cyanique.}} + 2CO^2.$$

Le *sel de soude* est le plus soluble des diliturates; on l'obtient par l'action de l'acide diliturique sur l'acétate de soude; il cristallise par le refroidissement en longues aiguilles incolores et soyeuses.

L'acide diliturique se comporte comme un corps nitré. Traité par les agents réducteurs, il donne de la dialuramide :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^{10}}_{\text{Acide diliturique.}} + 6H = \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + 4HO.$$

(M. Baeyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXVII, 199.)

ACIDE VIOLURIQUE. $C^8H^3Az^2O^8$.

L'acide violurique s'obtient lorsqu'on fait agir à froid de l'acide nitreux ou de l'acide nitrique, de 1,2 de densité, sur l'acide hydurilique. Il se forme en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^{16}H^6Az^4O^{12}}_{\text{Acide hydurilique.}} + AzO^5,HO = \underbrace{C^8H^3Az^2O^8}_{\text{Acide violurique.}} + \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2HO.$$

On peut isoler l'acide violurique en traitant le produit brut par de la baryte, filtrant après vingt-quatre heures et ajoutant ensuite de l'acide sulfurique; par l'évaporation, on obtient des cristaux volumineux d'acide violurique. L'emploi de la baryte a l'avantage de transformer en acides violurique et dialurique la violantine, qui se forme toujours dans la même réaction.

On obtient encore l'acide violurique en traitant l'acide hydurilique par le nitrite de potasse et l'acide acétique.

La solution de cet acide ne doit être évaporée qu'à une basse température; au-dessus de 60° elle se décompose.

L'acide violurique se présente en petits octaèdres brillants ou en prismes plus volumineux; il cristallise dans l'eau ou dans l'alcool, avec 2 équivalents d'eau.

C'est un acide monobasique énergique; il donne des sels colorés.

Le *sel ammoniacal* $C^8H^2(AzH^4)Az^2O^8$ est anhydre et forme des prismes d'un bleu foncé.

Le *violurate de potasse* $C^8H^2KAz^3O^8 + 4HO$ est le sel que l'on obtient en traitant l'acide hydurilique par le nitrite de potasse; il forme des prismes bleus et une solution violette devenant rouge sous l'influence des alcalis. Ce sel perd son eau à 115° et devient vert. Traité par l'acide chlorhydrique, il donne un sel qui a pour composition :

$$2(C^8H^2Az^3O^8 + KCl) + HCl + 12HO.$$

Le *violurate de magnésie* forme des cristaux rhomboïdaux très-aigus, de couleur pourpre.

Les *violurates de chaux, de baryte* et *de plomb* cristallisent avec 4HO et sont colorés.

Les *sels de cuivre* et *d'argent* forment des précipités amorphes.

L'acide violurique paraît être un corps nitré. Le brôme le transforme en bromalloxane, en dégageant des vapeurs nitreuses. M. Baeyer le considère comme le dérivé nitreux $C^8H^3(AzO^2)Az^2O^6$ d'un acide $C^8H^4Az^2O^6$, qu'il nomme *acide barbiturique*, tandis que l'acide diliturique en serait le dérivé nitrique $C^8H^3(AzO^4)Az^2O^6$.

Les agents réducteurs transforment l'acide violurique en dialuramide :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + 4HS = \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + 2HO + 4S,$$

tandis que le sulfate d'ammoniaque le transforme en thionurate d'ammoniaque :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + 2AzH^3 + 4SO^2 + 4HO = \underbrace{C^8H^3(AzH^4)^2Az^3S^2O^{12}}_{\text{Thionurate d'ammoniaque.}} + 2SO^3,HO.$$

(M. Baeyer.)

VIOLANTINE. $C^{16}H^6Az^6O^{18}$.

Lorsqu'on mélange les solutions concentrées et bouillantes d'acide diliturique et d'acide violurique, on obtient une combinaison de ces deux acides, que l'on a nommée *violantine;* mais celle-ci est peu stable et se décompose de nouveau, avec une grande facilité, en ses principes constituants :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + \underbrace{C^8H^3Az^3O^{10}}_{\text{Acide diliturique.}} = \underbrace{C^{16}H^6Az^6O^{18}}_{\text{Violantine.}}.$$

Ce corps tend à se produire toutes les fois que les deux acides se trouvent en présence; il est intermédiaire entre les acides violurique et diliturique, comme l'alloxantine l'est entre l'alloxane et l'acide dialurique.

L'ammoniaque colore la violantine en bleu, par suite de la formation de violurate d'ammoniaque.

L'acétate de magnésie et l'acétate de cuivre donnent avec la violan-

tine des précipités colorés qui ne ressemblent ni aux violurates ni aux diliturates; ce sont probablement des combinaisons de violantine.

(M. BAEYER, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXVII, 190.)

ACIDE MÉSOXALIQUE. $C^6O^8,2HO$.

L'acide mésoxalique est solide, cristallin et soluble dans l'eau. Combiné avec l'ammoniaque, il précipite les sels de baryte, de strontiane, de chaux en blanc, et l'azotate d'argent en jaune.

L'acide mésoxalique perd ses 2 équivalents d'eau sous l'influence des bases, et peut être considéré par conséquent, à l'état anhydre, comme un degré particulier d'oxydation du carbone, au même titre que l'acide oxalique.

Les mésoxalates de baryte, de chaux et de plomb, ont pour formules :

$$(BaO)^2,C^6O^8;$$
$$(CaO)^2,C^6O^8,4HO;$$
$$(PbO)^4,C^6O^8.$$

Les deux premiers sont solubles et cristallisables; le dernier forme un précipité volumineux, qui devient cristallin par l'ébullition.

Pour obtenir l'acide mésoxalique, on fait bouillir une dissolution d'alloxanate de baryte. Il se forme un précipité blanc, composé en majeure partie de carbonate de baryte. On sépare ce précipité en filtrant la liqueur, que l'on évapore ensuite jusqu'à ce qu'elle se couvre de croûtes cristallines formées d'urée et de mésoxalate de baryte. En enlevant alors ce mélange à mesure qu'il cristallise, et le traitant par l'alcool qui dissout l'urée, on isole le mésoxalate de baryte qui, décomposé par l'acide sulfurique, donne de l'acide mésoxalique.

On prépare aussi l'acide mésoxalique en mélangeant peu à peu des dissolutions bouillantes d'acétate de plomb et d'alloxane. Il se précipite du mésoxalate de plomb, dont l'hydrogène sulfuré sépare l'acide mésoxalique.

L'équation suivante rend compte de la formation de l'acide mésoxalique :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 4HO = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^6O^8,2HO}_{\text{Acide mésoxalique.}}.$$

ACIDE PARABANIQUE. $C^6H^2Az^2O^6$.

En évaporant à consistance sirupeuse un mélange formé de 1 partie d'alloxane ou d'acide urique et de 8 parties d'acide azotique, on obtient, au bout de quelques jours, des cristaux d'*acide parabanique*.

L'acide parabanique présente l'aspect de prismes hexagonaux incolores, qui sont fusibles, décomposables par l'action de la chaleur et très-solubles dans l'eau. Les alcalis bouillants le transforment en acide oxalique et urée, en fixant 4 équivalents d'eau.

Le *parabanate d'argent* a pour formule $(AgO)^2,C^6Az^2O^4$.

L'acide parabanique forme avec l'urée une combinaison cristalline peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant et ayant pour composition $C^2H^4Az^2O^2,C^6H^2Az^2$. (M. Hlasiwetz.)

ACIDE OXALURIQUE. $C^6H^4Az^2O^8$.

L'acide parabanique, soumis à l'influence de l'ammoniaque bouillante, donne un sel ammoniacal, l'*oxalurate d'ammoniaque*, dont l'acide sulfurique sépare l'*acide oxalurique* $C^6H^3Az^2O^7,HO$. L'acide oxalurique se forme aussi par l'action de l'acide nitrique sur l'acide pseudo-urique.

Cet acide représente de l'acide parabanique plus 2 équivalents d'eau.

Il est par conséquent à l'acide parabanique ce que l'acide alloxanique est à l'alloxane.

On peut l'envisager comme de l'oxalate d'urée moins 2 équivalents d'eau. En effet, l'ébullition le décompose en acide oxalique et en urée :

$$\underbrace{C^6H^4Az^2O^8}_{\text{Acide oxalurique.}} + 2HO = \underbrace{C^4O^6,2HO}_{\text{Acide oxalique.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}.$$

L'acide oxalurique est cristallisable et soluble dans l'eau. Saturé par l'ammoniaque, il précipite le chlorure de baryum, le chlorure de strontium et l'azotate d'argent. L'oxalurate d'argent a pour composition $C^6H^3Az^2O^7,AgO$.

On obtient, d'après M. Strecker, l'amide de l'acide oxalurique en faisant agir l'ammoniaque sur l'alloxane; en présence de l'acide cyanhydrique, ce dernier n'intervient pas dans la réaction. Ce corps sera décrit plus bas sous le nom d'*oxalane*.

L'aniline, versée dans une dissolution bouillante d'acide parabanique, y produit un précipité cristallin d'*oxaluranilide* $C^{18}H^9Az^3O^6$.

(MM. Laurent et Gerhardt.)

Le même composé prend encore naissance quand on chauffe un mélange d'acide parabanique pulvérisé et d'aniline desséchée. L'oxaluranilide obtenue par ce dernier procédé contient ordinairement de l'aniline ou de l'acide parabanique, que l'on enlève à l'aide de l'alcool.

L'oxaluranilide est inodore, insipide, insoluble dans l'eau bouillante, presque insoluble dans l'alcool bouillant. Elle entre en fusion à une haute température, et se décompose ensuite en dégageant des vapeurs d'acide cyanhydrique.

OXALANTINE. $C^{12}H^4Az^4O^{10}$.

Nous avons vu que l'alloxane est susceptible de fixer de l'hydrogène, pour se transformer en alloxanthine; l'acide parabanique est dans le même cas, et donne alors naissance à de l'oxalantine :

$$\underbrace{2(C^6H^2Az^2O^6)}_{\text{Acide parabanique.}} + 2H = \underbrace{C^{12}H^4Az^4O^{10}}_{\text{Oxalantine.}} + 2HO.$$

L'hydrogène sulfuré est sans action sur l'acide parabanique ; mais le zinc, en présence de l'acide chlorhydrique, le réduit : il se précipite une poudre blanche cristalline, qui est une combinaison d'oxyde de zinc et d'oxalantine. Pour retirer cette dernière, on traite la poudre blanche par l'hydrogène sulfuré, et l'on concentre la liqueur filtrée ; celle-ci dépose alors des croûtes cristallines d'oxalantine, peu solubles dans l'eau froide, insolubles dans l'alcool et dans l'éther. Chauffée avec du nitrate d'argent ou avec de l'oxyde de mercure, en présence de l'ammoniaque, il y a oxydation. L'acide nitrique faible n'attaque pas l'oxalantine.

L'oxalantine est soluble dans les alcalis caustiques ou carbonatés ; dans ces derniers, en déplaçant l'acide carbonique.

(M. Limpricht, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 133.)

OXALANE. $C^6H^5Az^3O^6$.

En ajoutant peu à peu de l'alloxane à une solution de cyanhydrate d'ammoniaque, il se forme un précipité cristallin blanc, insoluble dans l'eau froide et décomposable par l'eau bouillante. Les alcalis dissolvent ce précipité, et l'hydrate de potasse en dégage de l'ammoniaque. Ce corps est de l'*oxalane*.

L'oxalane est soluble dans l'acide sulfurique ; l'eau précipite de cette solution un composé cristallin soluble dans l'eau bouillante, et qui, d'après MM. Rosing et Schischkoff, a pour composition $C^{22}H^{18}Az^{12}O^{26}$, tandis qu'il reste en solution un composé cristallisable en grands prismes incolores qui ont pour composition $C^{16}H^{10}Az^4O^{18}$.

D'après M. Liebig, cette réaction de l'alloxane peut servir à reconnaître sa présence dans les liquides de l'économie.

(MM. Rosing et Schischkoff, *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 104.)

D'après les dernières recherches de M. Strecker, l'oxalane a pour composition $C^6H^5Az^3O^6$, et représente par conséquent l'oxaluramide; sa formation, qui est accompagnée de celle d'acide dialurique, se passe sans l'intervention de l'acide cyanhydrique, qui se retrouve en entier dans la liqueur ; l'équation d'après laquelle cette transformation a lieu est la suivante :

$$\underbrace{2(C^8H^2Az^2O^8)}_{\text{Alloxane.}} + 2HO + AzH^3 = \underbrace{C^6H^5Az^3O^6}_{\text{Oxalane.}} + \underbrace{C^8H^4Az^2O^8}_{\text{Acide dialurique.}} + C^2O^4.$$

D'après M. Strecker, l'acide sulfurique dissout l'oxalane sans la décomposer.

Si, au lieu d'ammoniaque, on fait réagir sur l'alloxane les ammoniaques composées, en présence d'acide cyanhydrique, on obtient de même des amides mixtes de l'acide oxalurique : ainsi l'aniline donne de la *phénylexaluramide*, ou *oxaluranilide*, $C^6H^4(C^{12}H^5)Az^3O^6$, qu'on obtient aussi directement par l'action de l'aniline sur l'acide parabanique. L'éthylamine donne de l'*éthyloxaluramide* $C^6H^4(C^4H^5)Az^3O^6$.

(M. Strecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXIII, 47.)

APERÇU GÉNÉRAL SUR LES MÉTAMORPHOSES DES DÉRIVÉS URIQUES.

Nous croyons qu'il sera utile de terminer l'étude des dérivés uriques par un aperçu général sur les relations qui existent entre eux et sur les réactions qui leur donnent naissance.

On remarque en premier lieu que l'acide urique donne par son oxydation naissance à deux séries de dérivés, les dérivés alloxaniques, qui renferment 8 ou 16 équivalents de carbone, et les dérivés parabaniques, qui n'en renferment que 6 ou 12.

Les premiers se décomposent sous certaines influences, en donnant de l'urée et de l'acide mésoxalique ; les autres donnent, dans les mêmes circonstances, de l'urée et de l'acide oxalique :

$$\underbrace{C^8H^4Az^2O^{10}}_{\text{Acide alloxanique.}} + 2HO = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^6H^2O^{10}}_{\text{Acide mésoxalique.}}.$$

$$\underbrace{C^6H^4Az^2O^8}_{\text{Acide oxalurique.}} + 2HO = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^4H^2O^8}_{\text{Acide oxalique.}}.$$

Dérivés alloxaniques. — L'alloxane résulte de l'oxydation de l'acide urique ; il se forme en même temps de l'urée :

$$\underbrace{C^{10}H^4Az^4O^6}_{\text{Acide urique.}} + 2HO + O^2 = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}}.$$

Sous l'influence des bases, l'alloxane se transforme en acide alloxanique $C^8H^2Az^2O^8,2HO$.

Sous l'influence des agents réducteurs, l'alloxane se transforme en alloxanthine ou en acide dialurique, suivant que la réduction est plus ou moins profonde :

$$\underbrace{2(C^8H^2Az^2O^8)}_{\text{Alloxane.}} + 2H = 2HO + \underbrace{C^{16}H^4Az^4O^{10}}_{\text{Alloxanthine.}} \text{ ou } 2(C^8H^2Az^2O^7).$$

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2H = \underbrace{C^8H^4Az^2O^8}_{\text{Acide dialurique.}}.$$

Les agents oxydants transforment de nouveau ce dernier en alloxane.

Sous l'influence de l'ammoniaque, l'alloxane se transforme en acide mycomélinique ; ce dernier représente l'amide de l'alloxane :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2AzH^3 = \underbrace{C^8H^4Az^4O^4}_{\text{Acide mycomélinique.}} + 4HO.$$

L'alloxanthine peut fixer les éléments de l'ammoniaque, elle se dédouble alors en uramile et en alloxane. L'uramile est l'amide de l'acide dialurique (dialuramide) :

$$\underbrace{C^{16}H^4Az^4O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + AzH^3 = \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}}.$$

On voit, du reste, que l'alloxanthine, intermédiaire entre l'alloxane et la dialuramide, renferme ces deux composés, moins les éléments de 2 équivalents d'eau.

Sous l'influence combinée de l'ammoniaque et de l'acide sulfureux, l'alloxane se transforme en thionurate d'ammoniaque :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2AzH^3 + 2SO^2 = \underbrace{C^8H^5Az^3O^8,2SO^2}_{\text{Acide thionurique.}}.$$

L'acide thionurique peut se dédoubler en acide sulfurique et en dialuramide :

$$\underbrace{C^8H^5Az^3O^8,2SO^2}_{\text{Acide thionurique.}} + 2HO = 2SO^3HO + \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}}.$$

L'alloxane se combine avec la dialuramide en présence de l'ammoniaque, en donnant du purpurate d'ammoniaque ou murexide :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + AzH^3 = \underbrace{C^{16}H^4(AzH^4)Az^5O^{12}}_{\text{Purpurate d'ammoniaque.}} + 2HO.$$

Le purpurate d'ammoniaque se forme aussi par oxydation de la dialuramide :

$$\underbrace{2(C^8H^5Az^3O^6)}_{\text{Dialuramide.}} + 2O = \underbrace{C^{16}H^4(AzH^4)Az^5O^{12}}_{\text{Purpurate d'ammoniaque.}} + 2HO.$$

Enfin, il prend aussi naissance par l'action de l'ammoniaque sur l'alloxanthine :

$$\underbrace{C^{16}H^6Az^4O^{14}}_{\text{Alloxanthine.}} + 2AzH^3 - 2HO = \underbrace{C^{16}H^4(AzH^4)Az^5O^{12}}_{\text{Purpurate d'ammoniaque.}} + 2HO.$$

On voit que l'acide purpurique $C^{16}H^5Az^5O^{12}$, que l'on n'a du reste pas encore isolé, représente l'amide de l'alloxanthine.

L'acide hydurilique dérive de l'acide dialurique en vertu de l'équation :

$$\underbrace{5(C^8H^4Az^2O^8)}_{\text{Acide dialurique.}} = \underbrace{2(C^{16}H^5(AzH^4)Az^4O^{12})}_{\text{Hydurilate d'ammoniaque.}} + 6CO^2 + \underbrace{C^2HO^3,HO}_{\text{Acide formique.}}.$$

Sous l'influence de l'acide azotique, il donne de l'alloxane et de l'acide violurique :

$$\underbrace{C^{16}H^6Az^4O^{12}}_{\text{Acide hydurilique.}} + AzO^5HO = \underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + \underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + 2HO.$$

L'acide violurique lui-même peut se transformer en dialuramide par l'action des agents réducteurs :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + 4H = \underbrace{C^8H^5Az^3O^6}_{\text{Dialuramide.}} + 2HO.$$

L'acide dilitarique ne diffère de l'acide violurique que par 2 équi-

valents d'oxygène en plus, et il peut s'y combiner pour donner la violantine :

$$\underbrace{C^8H^3Az^3O^8}_{\text{Acide violurique.}} + \underbrace{C^8H^3Az^3O^{10}}_{\text{Acide dilituric.}} = \underbrace{C^{16}H^6Az^6O^{18}}_{\text{Violantine.}}.$$

Dérivés parabaniques. — L'acide parabanique résulte de l'oxydation de l'alloxane :

$$\underbrace{C^8H^2Az^2O^8}_{\text{Alloxane.}} + 2O = 2CO^2 + \underbrace{C^6H^2Az^2O^6}_{\text{Acide parabanique.}},$$

ou directement de l'oxydation de l'acide urique :

$$\underbrace{C^{10}H^4Az^4O^6}_{\text{Acide urique.}} + 2HO + 4O = \underbrace{C^6H^2Az^2O^6}_{\text{Acide parabanique.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + C^2O^4.$$

L'acide oxalurique $C^6H^4Az^2O^8$ est à l'acide parabanique ce que l'acide alloxanique est à l'alloxane, c'est-à-dire qu'il contient 2 équivalents d'eau en plus.

L'oxalane représente l'oxaluramide, ou bien le parabanate d'ammoniaque :

$$\underbrace{C^6H^5Az^3O^6}_{\text{Oxalane.}} = \underbrace{C^6H^3(AzH^2)Az^2O^6}_{\text{Oxaluramide.}} = \underbrace{C^6H(AzH^4)Az^2O^6}_{\text{Parabanate d'ammoniaque.}}.$$

Enfin, l'oxalantine est à l'acide parabamique ce que l'alloxanthine est à l'alloxane.

Les relations que présentent entre elles les autres combinaisons parabaniques ne sont pas assez importantes pour que nous les rappelions encore ici.

OXYDE XANTHIQUE, XANTHINE, OU ACIDE UREUX. $C^{10}H^4Az^4O^4$.

Ce corps, qui a été découvert, en 1817, par A. Marcet, ne diffère de l'acide urique que par 2 équivalents d'oxygène en moins, et constitue des calculs très-rares qui se déposent dans la vessie de l'homme. On le rencontre aussi dans les bézoards extraits des intestins de plusieurs ruminants. L'urine normale renferme une petite quantité de xanthine; on peut l'isoler en mettant à profit la propriété qu'elle possède de précipiter par l'acétate de cuivre et par le nitrate d'argent.

D'après M. Scherer, la xanthine est un élément normal de l'économie; il l'a rencontrée dans l'urine, dans la rate, dans le pancréas, dans le cerveau, dans le foie du bœuf, dans la chair musculaire du bœuf, du cheval et des poissons.

M. Scherer regarde la xanthine comme identique avec la sarcine, base organique découverte dans la chair musculaire par M. Streckér, et avec l'hypoxanthine. (*Ann. der Chem. und Pharm.*, CVII, 314.)

M. Bence Jones a trouvé de la xanthine dans l'urine d'un enfant malade.

La xanthine peut être obtenue par la métamorphose de la guanine.

comme nous le verrons plus loin, en transformant d'abord celle-ci en nitroguanine :

$$\underbrace{C^{10}H^5Az^5O^2}_{\text{Guanine.}} + O^3 = \underbrace{C^{10}H^4Az^4O^4}_{\text{Xanthine.}} + HO + Az.$$

M. Städeler envisage ce corps dérivé de la guanine comme un isomère de la xanthine, et la nomme *guanaxanthine*, pour rappeler son origine; la différence réside surtout dans la solubilité, qui est beaucoup plus grande pour la guanoxanthine que pour la xanthine. M. Strecker regarde néanmoins ces deux xanthines comme identiques.

La composition de la xanthine en fait un homologue de la théobromine et de la caféine; la composition de ces trois corps est en effet :

Xanthine.....	$C^{10}H^4Az^4O^4$.
Théobromine.....	$C^{14}H^8Az^4O^4$.
Caféine.....	$C^{16}H^{10}Az^4O^4$.

Propriétés. — L'oxyde xanthique est blanc, peu soluble dans l'eau, soluble dans les carbonates alcalins, les alcalis caustiques et l'acide sulfurique concentré. Il ne donne pas de coloration rouge quand on le traite successivement par l'acide azotique et par l'ammoniaque.

Chauffé à 150°, la xanthine n'éprouve aucune perte de poids.

Soumise à la distillation, elle donne de l'acide cyanhydrique, du carbonate d'ammoniaque et des matières empyreumatiques.

La solution aqueuse de xanthine donne un précipité blanc avec le bichlorure de mercure ; un précipité floconneux verdâtre avec l'acétate de cuivre à chaud, et, avec le nitrate d'argent, un précipité floconneux peu soluble dans l'ammoniaque, mais soluble dans l'acide nitrique. La solution ammoniacale de xanthine précipite les sels de zinc, de cadmium et de plomb.

La xanthine forme avec les acides des combinaisons définies.

Le *sulfate de xanthine* $C^{10}H^4Az^4O^4,2SO^3HO + 2Aq$, se prépare en dissolvant à chaud la xanthine dans l'acide sulfurique moyennement concentré, et laissant refroidir; la liqueur se remplit de paillettes cristallines. Ce sel est inaltérable à l'air, mais décomposable par l'eau.

Le *nitrate de xanthine* forme de petits mamelons jaunes.

Le *chlorhydrate de xanthine* $C^{10}H^4Az^4O^4,HCl$, se dépose d'une solution bouillante de xanthine dans l'acide chlorhydrique, sous forme de cristaux très-fins groupés en petites sphères. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau bouillante.

La xanthine se dissout dans les alcalis. Lorsqu'on la fait bouillir avec de la baryte, elle se convertit en une combinaison peu soluble qui a pour composition $C^{10}H^4Az^4O^4,2(BaO,HO)$.

Une solution ammoniacale de xanthine, ajoutée à du nitrate d'argent, forme un précipité incolore, gélatineux, renfermant $C^{10}H^4Az^4O^4,2AgO$.

Préparation de la xanthine. — La xanthine et les quelques corps que nous décrivons à sa suite ne sont pas entièrement précipités par le sous-acétate de plomb; on obtient une précipitation plus complète par une addition d'acétate de mercure.

Voici le procédé général pour l'extraction de ces corps. Les matières animales, hachées et broyées avec du verre pilé, sont traitées par l'alcool chaud; le résidu étant exprimé, on le met en digestion pendant quelques heures avec de l'eau à 50°, puis on l'exprime de nouveau, et l'on ajoute la liqueur à la portion alcoolique. On chasse l'alcool par la distillation, et l'on sépare par filtration l'albumine coagulée. La liqueur filtrée est ensuite traitée successivement par l'acétate neutre de plomb, par le sous-acétate de plomb et par l'acétate de mercure; il ne reste plus qu'à traiter ces précipités par l'hydrogène sulfuré. 5 kilogrammes et demi de viande de chien donnent ainsi 1gr,312 de xanthine et d'hypoxanthine; la viande et le foie de bœuf en fournissent 0,015 à 0,011 pour 100; le pancréas, les reins et la rate encore moins.

(M. Staedeler, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVI, 102.)

La xanthine a été signalée dans certains guanos exempts d'acide urique (M. Unger). Pour l'en extraire, on fait bouillir la matière une ou deux fois avec de la soude caustique; on filtre et l'on fait passer un courant d'acide carbonique. La xanthine se précipite; on la lave et on la sèche. Les guanos de l'île Jarvis fournissent ainsi 0,25 pour 100 de leur poids de xanthine. (M. Phipson, *Chemical News*, t.VI, p. 16.)

HYPOXANTHINE. $C^{10}H^4Az^4O^2$.

L'hypoxanthine a été découverte par M. Scherer dans le liquide qui imprègne la rate de l'homme et celle du bœuf. On rencontre aussi l'hypoxanthine dans les muscles du cœur et dans le sang du bœuf.

(M. Gerhardt.)

Propriétés. — Cette substance est cristallisable, fort peu soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle se dissout sans altération dans l'acide chlorhydrique bouillant, d'où elle se dépose par le refroidissement à l'état d'une poudre fine. Ce caractère la distingue de la guanine qui, comme nous le verrons, se combine avec l'acide chlorhydrique. L'acide azotique la convertit en un corps cristallisable, caractère qui permet de la distinguer de la xanthine. L'acide sulfurique la dissout sans la charbonner.

L'oxyde puce de plomb (*acide plombique*) la transforme en un composé cristallisable.

Extraction. — On retire l'hypoxanthine de la rate en épuisant ce viscère par l'eau bouillante. L'extrait aqueux, étant additionné d'eau de baryte, donne un abondant précipité, qu'on enlève par la filtration. La liqueur claire, soumise à l'évaporation, dépose du carbonate de baryte,

de l'acide urique et de l'hypoxanthine. En traitant ce mélange par une lessive de potasse, on dissout l'acide urique et l'hypoxanthine, que l'on sépare ensuite en ajoutant à la dissolution alcaline du chlorhydrate d'ammoniaque qui précipite l'acide urique à l'état d'urate d'ammoniaque. Après avoir filtré, on évapore doucement la liqueur, l'hypoxanthine se précipite alors à l'état de pureté.

GUANINE. $C^{10}H^5Az^5O^2$.

La guanine a été découverte par M. Unger, dans le guano. Elle forme une poudre jaune, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les acides et les alcalis s'y combinent. Elle forme avec la soude une combinaison dont la composition s'exprime par la formule $C^{10}H^5Az^5O^2,2(NaO,HO) + 4HO$. Cette combinaison est cristalline, efflorescente, décomposable par l'eau en ses éléments constituants.

Le chlorate de potasse, en présence de l'acide chlorhydrique, attaque la guanine et donne un acide cristallisé en prismes rhomboïdaux, auquel M. Unger a donné le nom d'*acide perurique;* il renferme plus d'oxygène que l'acide urique.

Le *chlorhydrate de guanine* $C^{10}H^5Az^5O^2,HCl + 4Aq$ forme des aiguilles d'un jaune clair. Il existe aussi un chlorhydrate renfermant 2HCl, mais il est peu stable; on l'obtient en faisant absorber du gaz acide chlorhydrique par de la guanine. Il perd la moitié de son acide dans le vide.

Le *sulfate de guanine* forme des aiguilles jaunâtres décomposables par l'eau, et renfermant $C^{10}H^5Az^5O^2,SO^3,HO + 4Aq$.

Le *chloroplatinate de guanine* s'obtient en ajoutant du bichlorure de platine à une solution concentrée et bouillante de guanine dans l'acide chlorhydrique. En évaporant la solution, on obtient des cristaux orangés qui ont pour composition $C^{10}H^5Az^5O^2,HCl,2PtCl^2 + 4Aq$.

Il paraît exister plusieurs nitrates de guanine.

On obtient une combinaison de xanthine avec le sublimé corrosif, en ajoutant une solution concentrée et froide de sublimé à de la guanine dissoute dans l'acide chlorhydrique, et en agitant le mélange. Il se dépose ainsi une poudre cristalline blanche qui a pour composition $C^{10}H^5Az^5O^2,2HgCl,5HO$. Au bout de vingt-quatre heures la réaction est complète. Cette combinaison se dissout dans les acides et dans le cyanure de potassium.

Si l'on opère avec des solutions alcooliques, le produit obtenu a pour composition $C^{10}H^5Az^5O^2,2HCl,HgCl + HO$.

On obtient de même une combinaison de nitrate mercurique avec du nitrate de guanine, mais la composition de ce produit n'est pas constante.

En ajoutant du chlorure de cadmium à du chlorhydrate de guanine, il se forme de petits cristaux d'une combinaison représentée par $2(C^{10}H^5Az^5O^2,HCl),5CdCl + 9HO$.

La combinaison avec le chlorure de zinc $C^{10}H^5Az^5O^2,HCl,ZnCl,3HO$, ne s'obtient qu'en employant une solution de chlorure de zinc à peu près sirupeuse.

L'acide nitrique attaque la guanine à chaud, presque sans dégagement de gaz; après évaporation, il reste une masse jaune un peu rougeâtre, peu soluble dans l'eau froide, plus dans l'eau bouillante, presque pas dans l'alcool et l'éther. Les acides chlorhydrique et nitrique bouillants dissolvent ce produit et l'abandonnent par le refroidissement sous forme de flocons jaunes. Ce corps a pour formule $C^{10}H^3Az^7O^{12}$. MM. Neubauer et Kerner le considèrent comme du nitrate de nitro-guanine $C^{10}H^4(AzO^4)Az^4O^4$.

En dissolvant ce corps dans de l'ammoniaque très-faible et en ajoutant du nitrate d'argent, il se forme un volumineux précipité orange et amorphe $C^{10}H^4(AzO^4)Az^4O^2,3AgO$. C'est une combinaison de nitro-guanine avec de l'oxyde d'argent.

(MM. Neubauer et Kerner, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CI, 318.)

M. Strecker prépare la nitro-guanine en dissolvant la guanine dans de l'acide nitrique bouillant de 1,15 de densité, et ajoutant de petits fragments de nitrate de potasse; on continue cette addition jusqu'à ce qu'il apparaisse des vapeurs rouges; il se précipite des flocons jaune-citron qu'on fait cristalliser dans l'eau bouillante. La nitro-guanine renferme, suivant M. Strecker, $C^{10}H^3(AzO^2)Az^4O^4$, ou $C^{10}H^3(AzO^4)Az^4O^4$.

Lorsqu'on traite la nitro-guanine par le sulfate ferreux à l'ébullition, en présence de la potasse, on obtient un précipité noir d'oxyde ferroso-ferrique; la liqueur filtrée est complétement incolore; traitée par l'acide acétique, elle donne un précipité floconneux qui présente les caractères de la xanthine.

(M. Strecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CVIII, 129.)

M. Städeler envisage ce dérivé comme un isomère de la xanthine. Il la nomme *guanoxanthine*, pour rappeler son origine. M. Strecker, au contraire, conclut à l'identité des deux xanthines.

Le chlorate de potasse transforme la guanine en *guanidine*.

M. Kerner, en faisant agir le permanganate de potasse sur la guanine, a obtenu l'*oxyguanine* à l'état d'un précipité gélatineux rougeâtre, soluble dans les alcalis. L'oxyguanine a pour composition $C^{10}H^7Az^4O^9$, et sa combinaison argentique, $C^{10}H^7Az^4O^9,AgO$. (*Ann. der Chem. und Pharm.*, CIII, 249.)

Préparation. — Pour extraire la guanine du guano, on met celui-ci en digestion avec de l'eau de chaux; on filtre, on neutralise par l'acide chlorhydrique, et, après quelques heures, il se forme un dépôt de guanine mélangée d'acide urique. On sépare ce dernier par l'acide chlorhydrique bouillant qui ne dissout que la guanine; on fait cristalliser le chlorhydrate de guanine, et l'on décompose ce sel par l'ammoniaque.

Le guano renferme environ 5/8 pour 100 de son poids de guanine.

(M. Unger.)

GUANIDINE. $C^2H^5Az^3$.

Propriétés. — La guanidine est une base dérivée de la guanine ; elle possède une réaction fortement alcaline. Exposée à l'air, elle en attire l'eau et l'acide carbonique, et se transforme en cristaux de carbonate de guanidine qui a pour composition $2C^2H^5Az^3,2HO,C^2O^4$, et qui possède lui-même une réaction alcaline. Ce sel est insoluble dans l'alcool, mais soluble dans l'eau.

Nous avons vu (page 389) que le carbonate de guanidine prend aussi naissance par l'action de l'acide chlorhydrique sur le biuret.

Le *chlorhydrate de guanidine* cristallise facilement en aiguilles. Il est déliquescent, neutre, et donne avec le chlorure de platine un sel double qui renferme $C^2H^5Az,HCl,PtCl^2$.

Le *nitrate de guanidine* cristallise facilement. Chauffé avec un excès d'acide nitrique, il donne du nitrate d'urée et du nitrate d'ammoniaque :

$$\underbrace{C^2H^5Az}_{\text{Guanidine.}} + 2HO = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + AzH^3.$$

Préparation. — On obtient la guanidine en traitant la guanine par un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique ; on obtient, comme produits principaux, de la guanidine et de l'acide parabanique :

$$\underbrace{C^{10}H^5Az^5O^2}_{\text{Guanine.}} + 2HO + 6O = \underbrace{C^6H^2Az^2O^6}_{\text{Acide parabanique.}} + \underbrace{C^2H^5Az^3}_{\text{Guanidine.}} + C^2O^4.$$

Il se forme en outre une petite quantité de xanthine.

(M. Strecker, *Comptes rendus*, t. LII, p. 1210.)

CYSTINE, OU OXYDE CYSTIQUE. $C^6H^6Az^4O^4S^2$.

La cystine a été découverte en 1810 par Wollaston, dans un calcul vésical. Elle est fort rare ; cependant elle se forme dans la vessie de l'homme plus fréquemment qu'on ne l'avait pensé d'abord. Elle constitue des calculs qui, à part un peu de mucus, sont toujours formés de cystine pure.

La présence du soufre dans la cystine a été constatée pour la première fois par MM. Baudrimont et Malaguti. Pour la mettre en évidence, il faut décomposer la cystine par un mélange de nitre et de potasse chauffé au rouge, ou par de l'eau régale concentrée ; il se forme de l'acide sulfurique qu'on reconnaît aisément à l'aide d'un sel de baryte.

La cystine se comporte, relativement à certains acides, comme un alcali organique faible. Elle est blanche, cristalline, demi-transparente, insipide, inodore, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, très-soluble dans l'ammoniaque. Elle se dissout aussi dans les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique étendus, et forme avec ces acides des sels d'une grande instabilité. La cystine jetée, même en très-petite quantité, sur un charbon rouge, développe une odeur arsenicale bien caractéristique.

D'après M. Taulow, elle laisse dégager, quand on la chauffe dans un tube, un gaz spontanément inflammable au contact de l'air.

Les calculs de cystine sont jaunâtres, cristallins et transparents; ils fournissent de la cystine pure quand, après les avoir dissous dans l'ammoniaque, on filtre et l'on évapore la dissolution. La cystine s'en sépare en petits cristaux qui ne retiennent pas d'ammoniaque. On peut aussi dissoudre les calculs dans la potasse caustique, et ajouter un excès d'acide acétique à la solution bouillante. La cystine se dépose alors par le refroidissement en lamelles incolores et transparentes.

Les sels à base de cystine ont été jusqu'à présent peu étudiés.

ACIDE CYANURÉNIQUE.

Cet acide, découvert par M. Liebig dans l'urine de chien, paraît remplacer dans ce liquide l'acide urique que l'on rencontre dans l'urine de l'homme.

Propriétés. — L'acide cyanurénique cristallise en aiguilles fines et incolores, qui rougissent la teinture de tournesol et qui sont insolubles dans l'alcool et dans l'éther, mais très-solubles dans l'eau.

Lorsqu'on soumet l'acide cyanurénique à l'action d'une chaleur graduellement croissante, il entre d'abord en fusion et donne ensuite un sublimé cristallin, très-soluble dans l'alcool.

L'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et l'acide azotique dissolvent à froid l'acide cyanurénique sans l'altérer. Sa solubilité dans l'acide chlorhydrique le distingue de l'acide urique.

La dissolution d'acide cyanurénique dans l'acide sulfurique brunit sous l'influence de la chaleur, et dépose ensuite, par une addition d'eau, une substance amorphe, de couleur jaune-citron.

L'acide cyanurénique se dissout facilement dans les alcalis caustiques ou carbonatés, dans l'eau de baryte et dans l'eau de chaux.

Les cyanurénates alcalins et alcalino-terreux sont cristallisables.

La composition de l'acide cyanurénique n'est pas exactement connue. Il renferme :

Carbone	61,81
Azote	9,09
Hydrogène	4,59
Oxygène	24,51

L'acide nitrique précipite l'acide cyanurénique de ses sels, sous la forme d'une poudre blanche cristalline.

Préparation. — Pour obtenir l'acide cyanurénique, on dissout dans l'eau de chaux le dépôt que donne l'urine de chien par l'évaporation, et, après avoir étendu la liqueur d'une certaine quantité d'eau, on y verse de l'acide chlorhydrique; l'acide cyanurénique se précipite aussitôt à l'état cristallin.

ACIDE ROSACIQUE.

Nous signalons seulement ici l'existence de cet acide qui est caractérisé par sa coloration rose. On ne le rencontre que très-rarement dans les urines, et il est toujours mélangé d'acide urique.

La composition de l'acide rosacique n'a pas encore été déterminée : sous l'influence de l'acide azotique, l'acide rosacique paraît se transformer en acide urique.

ACIDE HIPPURIQUE.

L'acide hippurique et ses dérivés, ayant été étudiés avec détail tome V, page 636, ne seront pas examinés de nouveau ici.

SARCINE. $C^{10}H^4Az^4O^2$.

Les eaux mères d'où s'est déposée la créatine, que nous étudierons plus bas, renferment une substance jouissant de propriétés basiques, à laquelle on a donné le nom de sarcine. Ce corps possède la composition de l'hypoxanthine, mais ses propriétés semblent l'en distinguer. Quelques chimistes cependant regardent ces deux composés comme identiques.

Propriétés. — La sarcine forme une poudre cristalline soluble dans 300 parties d'eau froide, 78 parties d'eau bouillante et 900 parties d'alcool bouillant ; ces solutions sont neutres aux réactifs colorés. La sarcine se décompose au-dessus de 150°, en donnant un sublimé blanc. Elle est soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant et dans la potasse.

La solution chlorhydrique dépose, par le refroidissement, des tables incolores, nacrées, renfermant $C^{10}H^4Az^4O^2,HCl + 2HO$; la solution concentrée de ce sel donne un chloroplatinate cristallin.

La sarcine possède la propriété de se combiner avec les oxydes métalliques. La manière dont la sarcine se comporte avec les sels la rapproche du glycocolle. Elle forme avec la baryte une combinaison cristalline $C^{10}H^4Az^4O^2,2BaO + 2HO$. Elle produit dans la solution de nitrate d'argent un précipité qui a pour composition $C^{10}H^4Az^4O^2,AgO,AzO^5$; avec une solution ammoniacale de nitrate d'argent, le précipité est gélatineux et renferme $C^{10}H^4Az^4O^2,2AgO$. La sarcine précipite de même les solutions de zinc, de cuivre et de mercure. Ces caractères rapprochent beaucoup la sarcine de la guanine, dont elle ne diffère que par AzH ; c'est-à-dire que ces deux bases sont entre elles comme l'acide benzoïque et l'acide benzamique.

Préparation. — Pour isoler la sarcine des eaux mères de la créatine, on précipite celle-ci par l'acétate de cuivre, après les avoir étendues d'eau ; on recueille le précipité, on le lave et on le décompose par l'hydrogène sulfuré : la solution évaporée laisse déposer des cristaux colorés de sarcine. On purifie celle-ci en la combinant avec de l'hydrate de

plomb, et décomposant ensuite par l'hydrogène sulfuré la combinaison plombique ainsi obtenue.

(M. STRECKER, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CII, 204, CVIII, 129.)

CRÉATINE. $C^8H^9Az^3O^4,2HO$.

La créatine a été découverte dans les muscles des mammifères par M. Chevreul.

PROPRIÉTÉS. — Cette substance est neutre, inodore, insipide, insoluble dans l'éther, soluble dans 75 parties d'eau froide et dans 94 parties d'alcool anhydre. Elle se dissout en grande quantité dans l'eau bouillante, qui la dépose, par le refroidissement, en prismes rectangulaires brillants et nacrés, qui perdent, à 100°, 18 pour 100 ou 2 équivalents d'eau de cristallisation.

Les liqueurs faiblement acides ou alcalines dissolvent la créatine sans l'altérer; mais les acides concentrés lui font perdre 4 équivalents d'eau, et elle se change en une base nouvelle, la *créatinine* $C^8H^7Az^3O^2$, dont on doit la découverte à M. Liebig.

La créatine, traitée par la chaux sodée, dégage de la méthylamine.

(M. DESSAIGNES.)

La créatine, traitée à l'ébullition par l'eau de baryte, se dédouble en urée et en une base organique que l'on a nommée *sarkosine*, $C^6H^7AzO^4$.

L'acide plombique (oxyde puce de plomb) ne paraît pas altérer la créatine; cependant, si l'on opère en présence d'acide sulfurique libre, il se forme de la méthyluramine. Le permanganate de potasse la convertit en un corps cristallisable peu connu.

L'oxyde de mercure se réduit au contact d'une dissolution bouillante de créatine et transforme ce corps en un alcali particulier, la *méthyluramine* ou *méthyluriaque*. (M. DESSAIGNES).

ÉTAT NATUREL. — EXTRACTION. — La créatine existe non-seulement dans les muscles des mammifères, mais encore dans la chair de la plupart des animaux: le bœuf, le mouton, le porc, le cheval, le lièvre, le renard, le chevreuil, le cerf, la martre, le veau, la baleine, le brochet, etc., renferment de la créatine. (MM. LIEBIG, PRICE.)

M. Städeler a trouvé de la créatine dans le cerveau des pigeons et du chien. M. Müller l'a trouvée dans le cerveau de l'homme.

On rencontre aussi la créatine dans le sang de bœuf (MM. VERDEIL et MARCET), dans le bouillon de viande, ainsi que dans l'urine de l'homme et dans l'urine du chien nourri à la viande pendant plusieurs semaines.

(M. LIEBIG.)

Voici la méthode généralement employée pour obtenir la créatine. On pétrit avec de l'eau de la viande hachée et préalablement dégraissée, en choisissant surtout celle qui provient d'animaux maigres; on exprime le mélange à l'aide d'une presse, et l'on se sert du liquide qui en sort pour traiter de la même manière une nouvelle quantité de viande.

Les liqueurs réunies sont ensuite passées sur un linge, qui retient les matières fibreuses, et introduites dans un ballon de verre que l'on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que l'albumine et les matières colorantes se soient précipitées. On s'assure que cette précipitation est complète en prenant, à divers intervalles, une petite portion du liquide, et en le faisant bouillir dans un tube à essais; lorsque, malgré l'ébullition, ce liquide ne dépose plus de flocons rougeâtres, on doit suspendre l'action de la chaleur.

Il arrive parfois que la coagulation de l'albumine ne s'opère pas entièrement dans le ballon. On peut alors, sans inconvénient, en décanter le contenu dans une capsule de porcelaine et le porter à l'ébullition; car le dépôt, ne s'attachant plus au fond du vase, n'est pas exposé, comme dans les premiers moments de sa formation, à roussir et à communiquer au liquide une teinte brune difficile à faire disparaître.

Lorsque l'albumine et la matière colorante sont précipitées, on filtre le liquide, on l'évapore avec précaution à consistance sirupeuse, et l'on y ajoute de l'eau de baryte jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. L'eau de baryte sépare des sels insolubles, et surtout du phosphate de baryte, du phosphate de magnésie et du sulfate de baryte. Le liquide, filtré et réduit au vingtième de son volume par évaporation, laisse déposer, dans un lieu chaud, la créatine sous la forme d'aiguilles ou de petits cubes incolores.

Il faut opérer au moins sur 5 kilogrammes de viande, autrement on n'obtiendrait, comme le montre le tableau suivant, que des quantités insignifiantes de créatine.

Désignation des espèces de viande.	Quantités de créatine données par 1000 parties de viande.		
Poulet	3,2	3,21	2,9
Cœur de bœuf	»	1,375	1,418
Morue	»	0,935	»
Pigeon	»	0,823	»
Cheval	0,72	»	»
Bœuf	0,697	»	»
Raie	»	0,607	»
	(M. Liebig.)		(M. Gregory.)

M. Städeler recommande la marche suivante pour l'extraction de la créatine. On fait digérer au bain-marie, avec un ou deux volumes d'alcool ordinaire, la viande hachée menu et mêlée de verre pilé; on exprime le tout, on évapore l'alcool et l'on précipite le résidu par le sous-acétate de plomb. Le plomb ayant été séparé par l'hydrogène sulfuré, on filtre, on évapore à consistance sirupeuse et la créatine cristallise; il ne reste plus qu'à la purifier.

(M. Staedeler, *Journ. für prakt. Chemie.*, LXXII, 256.)

SELS DE CRÉATINE.

La créatine, comme l'urée, se combine avec les acides et produit des sels cristallisables.

Les sels de créatine rougissent la teinture bleue de tournesol. On les obtient directement en dissolvant la créatine dans les acides.

Voici les formules des principaux sels de créatine :

Chlorhydrate de créatine..	$C^8H^9Az^3O^4,HCl$.
Azotate de créatine.....	$C^8H^9Az^3O^4,AzO^5,HO$.
Sulfate de créatine.....	$C^8H^9Az^3O^4,SO^3,HO$.

Le chlorhydrate de créatine forme de beaux prismes solubles dans l'eau ; on l'obtient par combinaison directe, et en évaporant la dissolution dans le vide ou à une température de 30°. Le sulfate s'obtient de même, ainsi que le nitrate. L'ammoniaque précipite la créatine de la solution de ses sels.

L'azotate de créatine, traité par le bioxyde d'azote, donne un alcali nouveau qui a pour formule C^6H^5Az. On isole cette base en neutralisant le produit de la réaction par de la potasse, séparant par cristallisation le nitrate de potasse formé, puis ajoutant du nitrate d'argent; on obtient ainsi des cristaux qui sont une combinaison de nitrate d'argent et de la nouvelle base C^6H^5Az,AgO,AzO^5. (M. Dessaignes.)

ACTION DES ACIDES SUR LA CRÉATINE.

CRÉATININE. $C^8H^7Az^3O^2$.

Lorsqu'on fait réagir les acides concentrés et bouillants sur la créatine, cette substance perd 4 équivalents d'eau, et se convertit en une base organique qui a été nommée *créatinine :*

$$\underbrace{C^8H^9Az^3O^4,2HO}_{\text{Créatine.}} - 4HO = \underbrace{C^8H^7Az^3O^2}_{\text{Créatinine.}}.$$

Propriétés. — La créatinine, dont on doit la découverte à M. Liebig, cristallise en prismes incolores qui sont plus solubles dans l'eau et dans l'alcool que les cristaux de créatine : 1 partie de créatinine se dissout à 16° dans 11,49 parties d'eau et dans 10,31 parties d'alcool concentré. Cette base a une réaction alcaline et une saveur caustique comme l'ammoniaque. Elle déplace celle-ci de ses combinaisons. Elle précipite en blanc le sublimé corrosif, l'azotate d'argent, le chlorure de zinc, et réduit l'oxyde de mercure à l'ébullition.

La créatinine forme avec tous les acides des sels qui cristallisent facilement.

Le chlorure double de platine et de créatine se présente en octaèdres aplatis, jaunes, à faces très-larges et superposées.

Le chlorure de zinc et de créatinine cristallise en prismes rhomboïdaux, peu solubles dans l'eau, presque insolubles dans l'alcool fort.

Nous donnons ici la formule des principaux sels de créatinine; ces sels s'obtiennent en cristaux très-nets :

Chlorhydrate de créatinine.....	$C^8H^7Az^3O^2,HCl$.
Chlorure double de zinc et de créatinine.....	$C^8H^7Az^3O^2,HCl,ZnCl$.
Chlorure double de créatinine et de cadmium.....	$C^8H^7Az^3O^2,CdCl$.
Chlorure double de platine et de créatinine.....	$C^8H^7Az^3O^2,HCl,PtCl^2$.
Sulfate de créatinine.....	$C^8H^7Az^3O^2,SO^3,HO$.
Nitrate de créatinine et d'argent.....	$C^8H^7Az^3O^2,AzO^5,AgO$.

Une solution de nitrate d'argent à laquelle on ajoute une solution de créatinine se prend en une bouillie d'aiguilles blanches très-solubles dans l'eau bouillante, et qui constituent un nitrate de créatinine et d'argent.

Une solution alcoolique de créatinine, chauffée à 100° dans des tubes fermés, avec de l'iodure d'éthyle, se prend par le refroidissement en une bouillie cristalline d'*iodure d'éthyle-créatinine:*

$$C^{12}H^{12}Az^3O^2I = C^8H^6(C^4H^5)Az^3O^2,IH,$$

dont on peut mettre la base en liberté, par l'action de l'oxyde d'argent. Cette base cristallise difficilement, mais elle forme un chloroplatinate cristallisé qui renferme $C^8H^6(C^4H^5)Az^3O^2,HCl,PtCl^2$ et un hydrate $C^{12}H^7(C^4H^5)Az^3O^3,HO$.

(M. Neubauer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXIX, 27; CXX, 257.)

L'oxyde de mercure transforme la créatinine en méthyluramine (M. Dessaignes, *Comptes rendus*, t. XLI, p. 1258); il en est de même du permanganate de potasse. (M. Neubauer.)

Une solution aqueuse de créatinine, traitée par le bioxyde d'azote, fait effervescence, se colore et se trouble; après quelque temps, il se forme un dépôt cristallin qui constitue le nitrate d'une nouvelle base à laquelle M. Dessaignes assigne la formule $C^{12}H^{10}Az^6O^6$. Elle se forme en vertu de l'équation :

$$\underbrace{2(C^8H^7Az^3O^2)}_{\text{Créatinine.}} + O^{14} = \underbrace{C^{12}H^{10}Az^6O^6}_{\text{Nouvelle base.}} + 2C^2O^4 + 4HO.$$

Le chlorhydrate de cette base renferme :

$$2(C^{12}H^{10}Az^6O^6),3(HCl) + 6HO.$$

Chauffée avec un excès d'acide chlorhydrique, cette base donne de l'acide oxalique et un nouveau corps, $C^8H^4Az^2O^6$. Ce corps est celui qui accompagne la formation de la sarkosine à l'aide de la créatine.

La créatinine, dans certaines circonstances, peut fixer les éléments de l'eau, et se transformer de nouveau en créatine.

(M. Heintz; M. Dessaignes.)

Préparation. — On prépare ordinairement la créatinine en attaquant la créatine par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. La liqueur dépose en se refroidissant des cristaux de chlorhydrate de créatinine. En faisant bouillir une dissolution aqueuse de ce sel avec trois fois son poids d'oxyde de plomb hydraté, qu'il faut ajouter par petites quantités à la fois, et en laissant écouler un certain temps entre chaque addition, on donne naissance à un chlorure de plomb basique insoluble, tandis que la créatinine reste dans les eaux mères, qui la déposent à l'état cristallin par l'évaporation.

On peut aussi transformer par double décomposition le chlorhydrate de créatinine en sulfate, et décomposer ensuite ce sel par le carbonate de baryte.

Le bouillon de viande contient une petite quantité de créatinine.

(M. Liebig.)

L'urine de plusieurs mammifères, particulièrement celle de l'homme, peut donner de la créatinine : il suffit de neutraliser cette urine par un lait de chaux, d'y verser ensuite du chlorure de calcium dissous, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de phosphate de chaux, de filtrer et d'évaporer à cristallisation. Les eaux mères qui recouvrent les cristaux ainsi obtenus, étant décantées et mélangées avec une dissolution sirupeuse de chlorure de zinc, dans la proportion de 3 grammes de chlorure pour 100 grammes de liqueur, laissent déposer, au bout de trois ou quatre jours, des mamelons jaunâtres renfermant la créatinine. Après avoir lavé ces mamelons à l'eau froide, on les reprend par l'eau bouillante et l'on ajoute de l'oxyde de plomb hydraté à la dissolution. La liqueur devient alcaline, laisse déposer de l'oxyde de zinc, du chlorure de plomb, et retient un mélange de créatine et de créatinine que l'on sépare à l'aide de l'alcool. (M. Liebig.)

Il est bon, au lieu de précipiter des eaux mères par une solution aqueuse de chlorure de zinc, d'opérer avec une solution alcoolique de ce sel.

M. Neubauer purifie la créatinine brute obtenue par cette méthode en la faisant digérer avec de l'alcool très-fort et froid. Il la dose au moyen d'une solution alcoolique de chlorure de zinc. Il a trouvé par ce moyen que $1^{lit},609$ d'urine normale renferment $1^{gr},166$ de créatinine pure.

ACTION DE LA BARYTE SUR LA CRÉATINE.

SARKOSINE. $C^6H^7AzO^4$.

La créatine, traitée par une dissolution bouillante de baryte employée en excès, se dédouble en urée et en une base nouvelle qui a reçu le nom de *sarkosine :*

$$\underbrace{C^8H^{11}Az^3O^6}_{\text{Créatine.}} = \underbrace{C^6H^7AzO^4}_{\text{Sarkosine.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}.$$

Mais l'excès même de baryte que l'on est obligé d'employer détermine la décomposition de l'urée en ammoniaque, qui se dégage, et en acide carbonique, qui est absorbé par la baryte; de telle sorte que la liqueur ne retient en dissolution que la sarkosine et une partie de la baryte.

M. Volhard a obtenu indirectement, par synthèse, la sarkosine, en faisant agir la méthylamine sur l'acide monochloracétique :

$$\underbrace{C^4H^3ClO^4}_{\text{Acide monochloracétique.}} + \underbrace{C^2H^5Az}_{\text{Méthylamine.}} = \underbrace{C^6H^7AzO^4}_{\text{Sarkosine.}} + HCl.$$

Cette synthèse est analogue à celle du glycocolle, avec cette différence que l'on emploie de la méthylamine au lieu d'ammoniaque.

On voit que la sarkosine constitue un homologue du glycocolle $C^4H^5AzO^4$, car il renferme C^2H^2 de plus que ce dernier; on peut donc l'envisager comme du méthylglycocolle, et l'expérience de M. Volhard vient appuyer cette manière de voir.

Propriétés. — La sarkosine présente la même composition centésimale que la lactamide et l'uréthane, mais elle s'en distingue par son insolubilité dans l'éther et dans l'alcool. Elle cristallise en prismes rhomboédriques droits, d'une transparence parfaite; elle n'exerce aucune action sur les réactifs colorés et possède une saveur douce, faiblement métallique. Elle colore en bleu foncé la solution d'acétate de cuivre, et forme avec ce sel un composé cristallin. Elle forme avec les divers acides des sels cristallisables, et se comporte à leur égard comme une véritable base alcaline.

Voici les formules des principaux sels de sarkosine :

Chlorhydrate de sarkosine.....	$C^6H^7AzO^4,HCl$.
Chlorure double de platine et de sarkosine ...	$C^6H^7AzO^4,HCl,PtCl^2$.
Sulfate de sarkosine.....	$C^6H^7AzO^4,SO^3,HO + 2HO$.

Préparation. — Pour obtenir la sarkosine, il faut ajouter peu à peu à une dissolution bouillante et saturée de créatine 10 fois son poids de baryte hydratée, et maintenir le mélange en ébullition jusqu'à ce que le dégagement d'ammoniaque cesse complétement. En filtrant alors la liqueur, précipitant par l'acide carbonique l'excès de baryte qu'elle renferme, et évaporant à consistance sirupeuse après avoir enlevé le carbonate de baryte, on obtient, au bout de quelque temps, de beaux cristaux de sarkosine.

Cette base n'est pas encore parfaitement pure. Pour la purifier, on doit la dissoudre dans un excès d'acide sulfurique étendu, évaporer la liqueur au bain-marie et additionner d'alcool le résidu sirupeux de sulfate, en ayant soin de l'agiter continuellement. Le sulfate se convertit alors en une poudre cristalline qu'on lave à l'alcool et qu'on reprend par l'eau froide. La dissolution étant ensuite chauffée avec du carbonate de baryte jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, filtrée

et évaporée au bain-marie à consistance de sirop, dépose, au bout de vingt-quatre ou de trente-six heures, des cristaux de sarkosine pure.

(M. LIEBIG.)

Pour obtenir la sarkosine à l'aide de l'acide monochloracétique, on dissout l'éther de cet acide dans une solution aqueuse concentrée de méthylamine ; on chauffe à 130° : tout le chlore de l'acide chloracétique se transforme en chlorhydrate de méthylamine. On sépare l'excès de base par distillation, puis on fait bouillir le résidu avec de l'eau de baryte, tant qu'il se dégage de la méthylamine ; on sépare ensuite la baryte par une quantité exacte d'acide sulfurique, et la liqueur filtrée fournit du chlorhydrate de sarkosine. On décompose ce sel par du carbonate d'argent, on fait bouillir la liqueur filtrée avec du noir animal, et on l'évapore à consistance sirupeuse ; au bout de quelques jours la sarkosine se prend en une masse cristalline.

(M. VOLHARD, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXIII, 261).

ACTION DE L'OXYDE DE MERCURE SUR LA CRÉATINE.

MÉTHYLURAMINE. $C^4H^7Az^3$.

L'oxyde de mercure réagit à chaud sur la créatine et convertit cette substance en une base nouvelle, qui a reçu le nom de *méthyluramine* ou *méthylurioque*. Cette base, qui est un homologue de la guanidine que nous avons étudiée plus haut, contient les éléments de l'urée et de la méthylamine moins les éléments de l'eau :

$$\underbrace{C^4H^7Az^3}_{\text{Méthyluramine.}} = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^2H^5Az}_{\text{Méthylamine.}} - 2HO.$$

Si l'on envisage la guanidine comme de la cyanodiamine,

$$\left.\begin{matrix} C^2Az \\ H^5 \end{matrix}\right\} Az^2$$

la méthyluramine peut être considérée comme de la méthyl-cyanodiamine :

$$\left.\begin{matrix} C^2Az \\ C^2H^3 \\ H^4 \end{matrix}\right\} Az^2$$

PROPRIÉTÉS. — La méthyluramine est incolore, déliquescente, volatile et soluble dans l'eau. Elle absorbe rapidement l'acide carbonique de l'air et décompose à froid les sels ammoniacaux.

Les dissolutions concentrées de méthyluramine forment des précipités volumineux dans les dissolutions de chlorure de baryum, de chlorure de calcium, de sulfate d'alumine, de perchlorure de fer et d'azotate d'argent. Elles troublent les solutions de cuivre et de mercure. Elles dissolvent l'oxyde et le chlorure d'argent.

Les sels de méthyluramine cristallisent facilement.

Le *chlorure double de platine et de méthyluramine* $C^4H^7Az^3,HCl,PtCl^2$ est cristallin, d'un beau jaune orangé. Il dégage une odeur de triméthylamine lorsqu'on le chauffe.

L'*oxalate de méthyluramine* $C^4H^7Az^3,HO,C^2O^3 + 4HO$, présente l'aspect de prismes aplatis qui bleuissent la teinture rouge de tournesol, se dissolvent facilement dans une petite quantité d'eau, et répandent une odeur de créatine grillée lorsqu'on les chauffe sur une lame de platine.

Préparation. — On prépare la méthyluramine en chauffant une dissolution aqueuse de créatine avec de l'oxyde de mercure. Il se dégage de l'acide carbonique, l'oxyde de mercure se réduit, et l'on obtient, par le refroidissement, des cristaux d'oxalate de méthyluramine. Cette base se forme en vertu de l'équation :

$$\underbrace{2(C^8H^9Az^3O^4)}_{\text{Créatine.}} + 10O = \underbrace{2C^4H^7Az^3}_{\text{Méthyluramine.}} + \underbrace{C^4H^2O^8}_{\text{Acide oxalique.}} + 2C^2O^4 + 2HO.$$

L'oxalate de méthyluramine, décomposé à une douce chaleur par un lait de chaux, donne la méthyluramine.

(M. Dessaignes, *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 839.)

La méthyluramine prend aussi naissance par l'action de l'oxyde puce de plomb sur la créatine, en présence de l'acide sulfurique, ainsi que sur la créatinine.

INOSITE. $C^{12}H^{12}O^{12} + 4HO$.

L'inosite est une substance qui se rencontre dans les eaux mères de la créatine ; sa composition, ainsi que la plupart de ses propriétés, sont celles du glucose, aussi l'a-t-on rangée parmi les matières sucrées (voyez t. V, p. 111). Nous rappellerons seulement ici qu'elle se trouve toute formée dans l'économie animale. On la rencontre dans le tissu pulmonaire (M. Cloetta), dans le cerveau (M. Muller), dans le poumon, la rate et le pancréas (M. C. Lane).

M. Vohl a signalé la présence de l'inosite dans les haricots verts.

ACIDE INOSIQUE. $C^{10}H^6Az^2O^{11},HO$.

Les eaux mères de la préparation de la créatine renferment, outre l'inosite, de l'acide inosique.

Propriétés. — L'acide inosique possède une réaction très-acide ; sa saveur est très-agréable et rappelle celle du bouillon ; il est incristallisable ; l'alcool le précipite de sa solution aqueuse ; il est aussi insoluble dans l'éther. L'acide inosique libre ne précipite ni l'eau de baryte ni l'eau de chaux, mais par le repos et l'évaporation il se forme des paillettes nacrées d'inosate de baryte ou de chaux. L'acide libre et les inosates solubles donnent avec les sels de cuivre un précipité bleu verdâtre, insoluble dans l'eau bouillante ; avec les sels d'argent, un précipité blanc gélatineux, soluble dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque ; avec les sels de plomb, un précipité blanc.

Les inosates sont insolubles dans l'alcool ; quelques-uns sont très-solubles dans l'eau. Calcinés, ils répandent une odeur de rôti.

L'*inosate de potasse* est très-soluble et cristallise en prismes à quatre pans, allongés.

L'*inosate de soude* cristallise en petites aiguilles soyeuses très-solubles dans l'eau.

L'*inosate de baryte* a pour composition $C^{10}H^{6}Az^{2}O^{11},BaO + 7HO$.

Préparation. — On retire l'acide inosique des eaux mères qui ont déposé la créatine, en concentrant ces eaux mères par l'évaporation et en les additionnant ensuite d'alcool jusqu'à ce que le mélange soit laiteux. Au bout de quelques jours, il se dépose un mélange cristallin formé de créatine, d'inosate de potasse et de diverses matières indéterminées. On reprend ces cristaux par l'eau chaude, puis on verse du chlorure de baryum dans la dissolution, qui laisse cristalliser l'inosate de baryte par le refroidissement. Il ne reste plus qu'à décomposer l'inosate de baryte par l'acide sulfurique. (M. Liebig.)

ACIDES DE LA BILE.

ACIDE GLYCOCHOLIQUE OU CHOLIQUE. $C^{52}H^{42}AzO^{11},HO$.

L'acide cholique a été découvert par Gmelin; il constitue en grande partie la bile de bœuf, et y est combiné avec de la soude et mélangé d'acide taurocholique, de cholestérine, d'acide margarique et de mucus. On doit à M. Strecker la connaissance des métamorphoses de cet acides (*Ann. der Chem. und Pharm.*, LXV, 9; LXVII, 1; LXX, 161.)

Propriétés. — L'acide cholique, ou *glycocholique*, cristallise en aiguilles incolores, qui sont solubles dans l'eau, dans l'éther et dans l'alcool. Cet acide se dissout également à froid dans l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et l'acide acétique. Lorsqu'on chauffe une dissolution d'acide cholique dans l'acide sulfurique ou dans l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur se trouble et dépose des gouttelettes huileuses d'*acide cholonique* $C^{52}H^{40}AzO^{9},HO$, qui ne tardent pas à se solidifier.

Les mêmes acides, très-étendus, convertissent d'abord l'acide cholique en *acide choloïdique* (M. Demarçay), et finalement en glycocolle et en *dyslysine*.

L'acide nitrique agit sur l'acide cholique en donnant les mêmes produits que l'acide choloïdique, que nous étudierons plus loin.

L'acide cholique ou ses sels, traités par du sucre et de l'acide sulfurique, donnent une coloration violette ou pourpre caractéristique. Cette réaction sert souvent à reconnaître la présence de l'acide cholique.

La potasse, la soude, l'ammoniaque, la baryte, dissolvent l'acide cholique.

Quand on fait bouillir une dissolution de potasse ou de baryte, dans laquelle on a ajouté de l'acide cholique, cet acide se transforme en sucre de gélatine et en un nouvel acide, l'*acide cholalique*.

Cette métamorphose remarquable a lieu en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^{52}H^{43}AzO^{12}}_{\text{Acide cholique.}} + 2HO = \underbrace{C^{4}H^{5}AzO^{4}}_{\text{Sucre de gélatine.}} + \underbrace{C^{48}H^{40}O^{10}}_{\text{Acide cholalique.}}.$$

Cet acide, comme tous les autres acides de la bile, dévie le plan de polarisation de la lumière; son pouvoir rotatoire est égal à + 27°,2 pour le rayon rouge (M. Anthon, *Répertoire de chimie pure*, t. I, p. 316). M. Hoppe Seyler (*Journal für prakt. Chem.*, LXXXIX, 257 et 281) a même fondé sur cette propriété un procédé pour doser les acides de la bile.

Préparation. — On obtient l'acide cholique en épuisant à l'ébullition, par l'alcool à 85°, le précipité que produit l'acétate de plomb dans la bile récente, filtrant l'extrait alcoolique pendant qu'il est chaud, et le traitant par l'hydrogène sulfuré. Il se précipite du sulfure de plomb, et l'acide cholique est mis en liberté. On enlève le sulfure par filtration, et on lave ce sel jusqu'à ce que le liquide filtré commence à se troubler. Ce liquide, abandonné alors à lui-même, dépose des aiguilles d'acide cholique.

On peut aussi évaporer la bile de bœuf récente au bain-marie, reprendre le résidu par de l'alcool absolu froid ; on ajoute de l'éther à la liqueur filtrée : celle-ci se trouble et dépose après quelques heures une masse emplastique très-colorée. On décante et l'on ajoute à la liqueur une nouvelle quantité d'éther; par le repos, il se dépose des cristaux plumeux qu'on lave avec un peu d'éther et qu'on dissout ensuite dans l'eau, et l'on additionne cette solution d'acide sulfurique. Après vingt-quatre heures, la liqueur est remplie de cristaux qu'on fait égoutter et qu'on lave à l'eau froide.

L'acide cholique ainsi obtenu contient ordinairement une certaine quantité d'un corps isomérique, l'*acide paracholique*, dont on le débarrasse facilement en le lavant d'abord avec de l'eau froide et en le traitant ensuite par l'eau bouillante, qui ne dissout pas l'acide paracholique.

(M. Strecker.)

Cholates. — Les cholates ont pour formule générale : $MO,C^{52}H^{42}AzO^{11}$. Ils sont solubles dans l'alcool. Leur saveur est à la fois amère et sucrée. Ils précipitent l'azotate d'argent, l'acétate neutre et le sous-acétate de plomb.

Les cholates alcalins cristallisent en aiguilles incolores, groupées en étoiles.

C'est à l'état de sel de soude que l'acide cholique est contenu dans la bile.

Acide paracholique. — M. Strecker a signalé une modification particulière de l'acide cholique, qu'il a nommée *acide paracholique*, et qui se

présente en paillettes nacrées hexagonales. Cette modification ne se distingue de l'acide cholique que par son insolubilité dans l'eau et par sa forme cristalline.

ACTION DES ACIDES CONCENTRÉS SUR L'ACIDE CHOLIQUE.

ACIDE CHOLONIQUE. $C^{52}H^{40}Az O^{9},HO$.

Cet acide présente l'aspect d'aiguilles brillantes, qui sont insolubles dans l'eau et solubles dans l'alcool. Il forme avec les alcalis des sels solubles dans l'eau et précipitables de leur dissolution par le sel ammoniac. Les cholonates alcalino-terreux sont insolubles.

On prépare l'acide cholonique en chauffant l'acide cholique avec de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique concentré. La liqueur se trouble et dépose des gouttelettes huileuses qui se solidifient au bout de peu de temps. On traite ce produit par l'eau de baryte ; il se forme du cholonate de baryte insoluble qui, décomposé par l'acide chlorhydrique, donne l'acide cholonique. Cet acide est repris par l'alcool, qui le dépose à l'état cristallin. (M. Strecker.)

Cet acide ne diffère de l'acide cholique, comme le montre sa formule, que par 2 molécules d'eau en moins. Il constitue un homologue de l'acide hyocholique, que nous étudierons plus loin.

ACTION DE LA POTASSE SUR L'ACIDE CHOLIQUE.

ACIDE CHOLALIQUE. $C^{48}H^{39}O^{9},HO$.

L'acide cholalique est, comme nous l'avons vu, produit par le dédoublement de l'acide cholique sous l'influence des alcalis; nous verrons plus loin qu'il résulte aussi du dédoublement de l'acide taurocholique; mais, tandis que l'acide cholique donne naissance en même temps à du sucre de gélatine, l'acide taurocholique produit de la taurine.

Propriétés. — L'acide cholalique cristallise dans l'alcool ou dans l'éther en tétraèdres ou en octaèdres à base carrée, d'un éclat vitreux, d'une saveur amère, avec un arrière-goût sucré. Il devient opaque à l'air en y perdant une partie de son eau de cristallisation. Il est soluble dans 750 parties d'eau bouillante, 4000 parties d'eau froide, et 48 parties d'éther. L'alcool bouillant le dissout en proportion considérable.

Il arrive quelquefois que l'acide cholalique, en se déposant de ses dissolutions, ne contient que 3 équivalents d'eau au lieu de 6. Il cristallise dans ce cas en tables rhomboïdales dérivant d'un prisme oblique, et sous cette dernière forme il est beaucoup plus facilement altérable par la chaleur.

L'acide cholalique se dissout facilement dans les alcalis et dans les carbonates alcalins. La dissolution d'un cholalate alcalin cristallise lors-

qu'on l'abandonne au refroidissement, après l'avoir convenablement concentrée; par une évaporation spontanée, elle laisse une espèce de vernis très-soluble dans l'alcool.

L'acide cholalique possède un pouvoir rotatoire égal à + 24°,6 pour le rayon rouge. (M. ANTHON.)

Les cholalates à base de potasse ou de soude ne précipitent pas les dissolutions étendues de chlorure de baryum : ils forment avec le chlorure de calcium une gelée incolore, que l'alcool convertit peu à peu en aiguilles cristallines. Les cholalates forment dans les sels de cuivre un précipité d'un blanc bleuâtre, et dans les sels de mercure et d'argent, des précipités blancs solubles dans l'alcool.

Une dissolution alcoolique d'acide cholalique, neutralisée par la potasse et mêlée avec de l'éther, laisse déposer des aiguilles incolores de cholalate de potasse $KO,C^{48}H^{39}O^{3}$. Des sels analogues peuvent être obtenus avec la soude, l'ammoniaque, la baryte et la chaux.

Les cholalates ont une saveur amère; ils sont solubles dans l'alcool et se colorent en violet quand on les chauffe avec un mélange de sucre et d'acide sulfurique.

Lorsqu'on distille l'acide cholalique, il passe dans le récipient une huile jaunâtre, acide, soluble dans l'éther, et dont la dissolution dans les alcalis précipite les solutions des sels métalliques.

L'acide cholalique se convertit à 200° en acide choloïdique; à 290°, il se change en *dyslysine*. Cette double transformation a lieu sans qu'il se produise autre chose que de l'eau.

PRÉPARATION. — Pour obtenir l'acide cholalique, on verse de la potasse dans la dissolution d'un cholate, sans en ajouter assez pour précipiter du cholate de potasse, puis on fait bouillir la liqueur dans un ballon. Il se dépose, au bout de peu de temps, du cholalate de potasse amorphe qui se change lentement en une masse cristalline. Après trente-six heures d'une ébullition soutenue, et pendant laquelle on a renouvelé l'eau à mesure qu'elle se vaporisait, on jette le contenu du ballon sur un linge qui retient le cholalate. Ce sel est exprimé et redissous dans l'eau. La liqueur, étant additionnée d'acide chlorhydrique, dépose de l'acide cholalique. Cet acide, qui d'abord est résineux, durcit bientôt et se laisse facilement pulvériser. On le reprend par un mélange d'alcool et d'éther, qui le dépose à l'état cristallin par le refroidissement. (M. DEMARÇAY.)

L'emploi de la baryte est préférable à celui de la potasse, pour transformer l'acide cholique en acide cholalique. On maintient l'acide cholique en ébullition pendant deux heures avec de l'eau de baryte en excès; par le refroidissement, on obtient une bouillie cristalline formée d'hydrate de baryte et de cholalate de baryte. On traite ces cristaux par l'acide chlorhydrique, et l'acide cholalique se sépare sous forme d'une résine gluante qui se concrète peu à peu et qu'on purifie comme précédemment.

ACIDE CHOLOÏDIQUE. $C^{48}H^{38}O^{8}$.

Propriétés. — L'acide choloïdique est solide, blanc, inodore, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther. Il fond à une température supérieure à 150°; l'eau bouillante le ramollit sans le dissoudre. Il s'unit aux oxydes métalliques sans perdre d'eau. L'acide choloïdique ne se distingue donc de l'acide cholalique que par les éléments de 2 équivalents d'eau en moins: la composition centésimale des sels formés par ces deux acides est la même, mais ces sels diffèrent par leurs propriétés. Tandis que le cholalate de baryte est soluble dans l'eau et cristallisable, le choloïdate de la même base est insoluble et amorphe.

Le pouvoir rotatoire de l'acide choloïdique pour les rayons rouges est égal à + 31°,3.

Les choloïdates alcalins se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool; leur saveur présente de l'amertume. Ils paraissent se dédoubler au contact de l'eau en un sel acide et en un sel basique. Les autres choloïdates sont insolubles ou fort peu solubles dans l'eau. L'alcool les dissout facilement.

D'après M. Hoppe Seyler, l'acide choloïdique n'est qu'un mélange de dyslysine et d'acide cholalique ou cholonique. En effet, lorsqu'on chauffe l'acide cholalique jusqu'à son point de fusion, il se forme de la dyslysine, et la transformation étant incomplète, l'acide cholalique non décomposé forme avec la dyslysine un mélange possédant les propriétés de l'acide choloïdique. (*Journ. für prakt. Chem.*, LXXXIX, 83).

L'acide nitrique concentré agit sur l'acide choloïdique en produisant une masse jaunâtre cristalline formée d'acide oxalique, d'*acide choloïdanique* et d'*acide cholestérique*. Ce dernier a déjà été étudié tome IV, page 675. Il distille en même temps un liquide contenant de l'*acide nitrocholique* et du *cholacrol*.

Préparation. — Pour préparer l'acide choloïdique, on peut:

1° Chauffer à 200° l'acide cholique.

2° Traiter la bile par l'acide oxalique (MM. Theyer et Schlosser).

3° Maintenir en ébullition, pendant trois ou quatre heures, la bile avec un excès d'acide chlorhydrique étendu, laisser refroidir au bout de ce temps, et séparer par décantation l'acide choloïdique qui s'est déposé au fond du vase.

L'acide choloïdique préparé par cette dernière méthode est ordinairement souillé d'acide chlorhydrique, d'acide margarique et de cholestérine. On le purifie en le faisant fondre à plusieurs reprises avec de l'eau, qui enlève l'acide chlorhydrique, et en l'agitant ensuite avec de l'éther, qui dissout l'acide margarique et la cholestérine. (M. Demarçay.)

Acide choloïdanique. — Cet acide cristallise en longs prismes piliformes, ressemblant à l'amiante. Il se trouve dans la couche supérieure du

produit de l'action de l'acide nitrique sur l'acide choloïdique; on le purific par recristallisation dans l'eau bouillante. Il est peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'alcool. Sa composition répond à la formule $C^{32}H^{24}O^{14}$.

Ses sels alcalins sont solubles, les autres le sont peu ou point. L'eau les décompose.

Acide nitrocholique. — Cet acide se trouve dans le produit distillé obtenu par l'action de l'acide nitrique sur l'acide choloïdique, mais il est accompagné de cholacrol; on l'en sépare en traitant le produit par un alcali et faisant cristalliser le nitrocholate obtenu; celui-ci se présente en cristaux d'un jaune-citron. La dessiccation des cristaux est difficile parce qu'ils décrépitent en se desséchant. Leur composition correspond à la formule $C^2HAz^4O^9,KO$. La solution de ce sel se décompose facilement, en donnant du nitrate de potasse.

Le *cholacrol* qui accompagne cet acide forme une huile jaunâtre, âcre et irritante; elle se décompose à 100° en dégageant des vapeurs nitreuses. (M. Redtenbacher.)

DYSLYSINE. $C^{48}H^{36}O^6$.

Nous avons déjà vu que ce composé se produit par l'action prolongée de l'acide chlorhydrique sur l'acide cholique, et, par conséquent, sur l'acide cholalique. Il se produit aussi par l'action d'une température de 300° sur l'acide choloïdique.

La dyslysine forme une poudre blanche ou jaunâtre, fusible à 140°, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, légèrement soluble dans l'éther bouillant.

Les alcalis ne dissolvent pas la dyslysine, mais en solution alcoolique, ou à l'état fondu, la potasse la transforme en acide choloïdique. (MM. Theyer et Schlosser).

ACIDE TAUROCHOLIQUE OU CHOLÉIQUE. $C^{52}H^{45}AzO^{14}S^2$.

Propriétés. — Cet acide se distingue des acides précédents en ce qu'il renferme du soufre. Il se rencontre à l'état de sel de soude dans la bile de bœuf. La bile de poisson en est presque entièrement composée. Il a été découvert par M. Strecker.

Les dissolutions alcalines bouillantes le transforment en taurine et en acide cholalique qui se trouvent mêlés à une certaine quantité de glycocolle, dont on doit attribuer la production à la présence d'un peu d'acide cholique qui est mélangé avec l'acide taurocholique.

Le dédoublement de l'acide taurocholique en acide cholalique et en taurine, sous l'influence des alcalis, a lieu en vertu de l'équation:

$$\underbrace{C^{52}H^{45}AzO^{14}S^2}_{\text{Acide taurocholique.}} + 2HO = \underbrace{C^4H^7AzO^6S^2}_{\text{Taurine.}} + \underbrace{C^{48}H^{40}O^{10}}_{\text{Acide cholalique.}}.$$

C'est de cette réaction que M. Strecker a déduit la composition de l'acide taurocholique.

Le nom d'acide taurocholique a l'avantage de rappeler la production de la taurine, comme celui d'acide glycocholique rappelle la production de glycocolle dans les mêmes circonstances.

Le pouvoir rotatoire de l'acide taurocholique a été trouvé, par M. Anthon, égal à + 24°,9 pour les rayons rouges.

Les taurocholates à base d'alcali sont cristallisables, insolubles dans l'éther, très-solubles dans l'eau et dans l'alcool. Leur saveur est à la fois amère et sucrée. Ils ne troublent pas les dissolutions de chaux, de baryte, de magnésie, d'acétate neutre de plomb et d'azotate d'argent. Ils précipitent l'acétate de cuivre, rendu légèrement ammoniacal, et le sous-acétate de plomb.

Les acides, versés dans la dissolution d'un taurocholate, ne produisent d'abord aucun précipité; la liqueur, portée à l'ébullition, dépose de l'acide choloïdique, et retient de la taurine. Tous les taurocholates, chauffés avec un mélange de sucre et d'acide sulfurique, se colorent en violet.

(M. Strecker.)

Préparation. — On prépare l'acide taurocholique en versant de l'acétate de plomb dans la bile récente, enlevant le dépôt qui se produit et additionnant la liqueur claire d'une petite quantité de sous-acétate de plomb; filtrant pour séparer le léger précipité blanchâtre qui s'est formé, et répétant successivement ces filtrations et ces précipitations, jusqu'à ce que le précipité soit d'une blancheur parfaite. On filtre alors une dernière fois; le liquide filtré est mélangé avec un excès de sous-acétate de plomb rendu légèrement ammoniacal, et le précipité est repris par l'alcool. La solution alcoolique, traitée par l'hydrogène sulfuré, laisse déposer du sulfure de plomb, et retient l'acide taurocholique. Il suffit alors, pour obtenir cet acide à l'état solide, d'évaporer la solution alcoolique dans le vide (M. Heintz).

ACIDE HYOCHOLIQUE. $C^{54}H^{43}AzO^{10} + HO$.

L'acide hyocholique a été découvert par MM. Strecker et Gundelach, dans la bile de porc, où il se trouve à l'état de sel de soude. Séché à la température ordinaire, il présente la composition exprimée par la formule $C^{54}H^{43}AzO^{10} + HO$; séché à 110°, sa formule est $C^{54}H^{43}AzO^{10}$.

Cet acide diffère de l'acide cholique par son insolubilité dans l'eau et par la propriété qu'il possède de précipiter les sels de chaux, de baryte, etc.

Propriétés. — Cet acide est résineux, de couleur blanche, fusible dans l'eau chaude, très-peu soluble dans ce liquide et insoluble dans l'éther. Les dissolutions d'acide hyocholique précipitent les sels de chaux et de baryte.

Lorsqu'on chauffe l'acide hyocholique en présence de l'acide azotique

concentré, il se convertit en une masse jaunâtre formée d'acide oxalique, d'acide cholestérique et d'acides gras volatils.

Les mêmes acides gras volatils et de l'acide cyanhydrique prennent naissance lorsqu'on oxyde l'acide hyocholique par un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse. L'acide sulfurique concentré charbonne l'acide hyocholique. L'acide chlorhydrique bouillant le convertit en un *acide hyocholoïdique*, puis en *hyodyslysine* et en sucre de gélatine.

Cette dernière transformation a lieu en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^{54}H^{43}AzO^{10}}_{\text{Acide hyocholique.}} = \underbrace{C^{50}H^{38}O^{6}}_{\text{Hyodyslysine.}} + \underbrace{C^{4}H^{5}AzO^{4}}_{\text{Sucre de gélatine.}}.$$

Les alcalis et les carbonates alcalins dissolvent facilement l'acide hyocholique. La potasse caustique transforme cet acide en *acide hyocholalique*.

Ce dédoublement peut être exprimé par l'équation :

$$\underbrace{C^{54}H^{43}AzO^{10}}_{\text{Acide hyocholique.}} + 2HO = \underbrace{C^{4}H^{5}AzO^{4}}_{\text{Sucre de gélatine.}} + \underbrace{C^{50}H^{40}O^{8}}_{\text{Acide hyocholalique.}}.$$

Les hyocholates sont incristallisables et paraissent tous contenir 1 équivalent d'eau, de sorte que leur composition s'exprime par la formule $C^{54}H^{42}AzO^{9},MO + HO$. M. Strecker admet que cette eau appartient à l'acide hyocholique, auquel il assigne en conséquence la formule $C^{54}H^{43}AzO^{10},HO$.

L'hyocholate d'argent forme un précipité gélatineux qui a pour composition $C^{54}H^{42}AzO^{9},AgO$.

Préparation. — Pour obtenir l'acide hyocholique, on additionne la bile d'un excès de sulfate de soude cristallisé, et l'on chauffe modérément ce mélange sur un bain de sable. A mesure que le sulfate se dissout, l'hyocholate de soude se dépose, entraînant avec lui le mucus et une matière colorante jaune. Le dépôt est recueilli sur un filtre, lavé avec une dissolution concentrée de sulfate de soude, séché à 110°, et traité par l'alcool absolu, qui enlève l'hyocholate de soude. En additionnant d'acide sulfurique étendu une dissolution aqueuse d'hyocholate de soude, on met en liberté l'acide hyocholique ; on dissout dans l'alcool le précipité obtenu et on l'additionne d'eau : le liquide, d'abord laiteux, s'éclaircit peu à peu et dépose des gouttes transparentes qui se solidifient peu à peu par un refroidissement complet.

(MM. Strecker et Gundelach.)

Acide hyocholalique. $C^{50}H^{40}O^{8}$. — Cet acide est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, et cristallisable en mamelons. Son sel de baryte a pour composition $C^{50}H^{39}O^{7},BaO$.

Hyodyslysine $C^{50}H^{38}O^{6}$. — Ce corps est insoluble dans l'eau et dans les

alcalis, peu soluble dans l'alcool, assez soluble dans l'éther. Il résulte de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide hyocholalique ou sur l'acide hyocholique.

ACIDE CHÉNOCHOLIQUE. $C^{58}H^{47}AzO^{10}$.

L'acide chénocholique existe dans la bile d'oie à l'état de sel de soude. On ne le connaît qu'en combinaison avec cette base. Sa découverte est due à M. Marsson.

On isole le chénocholate de soude en additionnant la bile d'oie de 2 fois son volume d'alcool concentré, filtrant pour séparer le mucus, évaporant à sec la liqueur claire; desséchant le résidu à 110°, le pulvérisant, puis le faisant digérer avec de l'alcool absolu qui dissout seulement quelques matières grasses et le chénocholate de soude. La solution alcoolique, soumise à l'évaporation, donne une masse sirupeuse qui, lavée à l'éther, reprise par l'alcool, décolorée par le charbon animal et desséchée à 100°, doit être considérée comme du chénocholate de soude pur.

Le chénocholate de soude est cristallisable. Il précipite les dissolutions de chlorure de baryum, de chlorure de calcium, de sous-acétate de plomb, et donne, lorsqu'on le chauffe avec de l'acide sulfurique et du sucre, la coloration violette caractéristique des acides de la bile.

(M. Marsson.)

ACIDE TAUROCHÉNOCHOLIQUE. $C^{58}H^{49}AzS^{2}O^{12}$.

La bile d'oie, outre l'acide chénocholique découvert par M. Marsson, renferme encore le sel de soude d'un acide sulfuré que MM. Heintz et Wislicenus nomment *acide taurochénocholique*. Ce sel de soude s'obtient, en précipitant la bile par l'alcool, additionnant la solution alcoolique avec de l'éther. Le précipité résineux ainsi obtenu étant redissous dans l'alcool, on y ajoute de nouveau de l'éther, et le précipité qui s'y forme se prend, après quelques jours, en une masse cristalline déliquescente, formée de petites tables rhomboïdales. On transforme ce sel de soude en sel de plomb, en le précipitant par le sous-acétate de plomb; enfin on décompose par l'hydrogène sulfuré le sel de plomb mis en suspension dans l'alcool : l'acide taurochénocholique mis en liberté reste dissous dans l'alcool, qui l'abandonne par l'évaporation à l'état d'une masse brune.

Le taurochénocholate de soude est soluble dans l'eau. Cette solution donne avec l'acide chlorhydrique un précipité floconneux soluble dans l'eau pure, mais insoluble dans un excès d'acide chlorhydrique; elle ne précipite pas l'acétate neutre de plomb, mais elle précipite le sous-acétate de plomb. Les chlorures de calcium et de baryum y forment des précipités floconneux solubles dans l'alcool; le perchlorure de fer y donne un précipité jaune; les sels de magnésie, de cuivre, d'argent, de mercure, n'y donnent pas de précipité.

La composition de l'acide taurochénocholique a été déduite de la métamorphose qu'il éprouve sous l'influence de la baryte; cette métamorphose donne lieu à de la taurine et à de l'acide chénocholalique :

$$\underbrace{C^{58}H^{49}AzS^2O^{12}}_{\text{Acide taurochénocholique.}} + 2HO = \underbrace{C^{54}H^{44}O^8}_{\text{Acide chénocholalique.}} + \underbrace{C^4H^7AzS^2O^6}_{\text{Taurine.}}.$$

Acide chénocholalique. $C^{54}H^{44}O^8$. — L'acide chénocholalique cristallise difficilement; son sel de potasse est soluble dans l'eau, ses autres sels ne sont solubles que dans l'alcool. Le sel de baryte, précipité par l'éther de sa solution alcoolique, forme des aiguilles brillantes. C'est l'analyse de ce sel qui a conduit à la détermination de la formule de l'acide chénocholalique.

(MM. Heintz et Wislicenus. *Poggendorff's, Annalen* CVIII, 547.)

ACIDE LITHOFELLIQUE. $C^{40}H^{35}O^7,HO$.

Propriétés. — L'acide lithofellique compose presque exclusivement les calculs biliaires connus sous le nom de *bézoards orientaux*. Ces calculs ont un éclat cireux, une couleur verdâtre, et sont formés de couches concentriques.

Cet acide cristallise en prismes rhomboïdaux incolores, insolubles dans l'eau, solubles à chaud dans 6 parties d'alcool et dans 47 parties d'éther.

Les cristaux d'acide lithofellique fondent à 205°, et se prennent par le refroidissement en une masse cristalline. Quand, après les avoir chauffés au-dessus de leur point de fusion, on les laisse refroidir, ils se concrètent en une masse vitreuse qui peut fondre alors à 105°. L'acide lithofellique amorphe, repris par l'alcool, donne de nouveau de l'acide cristallisé (M. Wœhler). Lorsqu'on fond l'acide lithofellique sur une lame de platine, il se volatilise lentement en répandant des vapeurs blanches dont l'odeur est aromatique. Enfin, quand on le soumet à la distillation, il se transforme en un acide qui a pour formule $C^{40}H^{34}O^6$, et auquel on a donné le nom d'*acide pyrolithofellique*.

(MM. Malaguti et Sarzeau).

Sous l'influence de l'acide azotique bouillant, l'acide lithofellique se transforme en un acide azoté qui a pour formule $C^{40}H^{28}AzO^{22}$.

Quand on chauffe l'acide lithofellique avec un mélange d'acide sulfurique et de sucre, la masse prend une coloration violette; ce caractère est du reste commun à plusieurs acides de la bile. Les lithofellates sont encore peu étudiés. (Gœbel.)

Préparation. — On obtient l'acide lithofellique pur en dissolvant à chaud les bézoards dans l'alcool, décolorant la solution par le charbon animal, et la faisant ensuite cristalliser.

Les *lithofellates alcalins* sont incristallisables, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther.

Le *sel de baryte* est incristallisable et très-soluble dans l'alcool. Le sel de plomb s'obtient à l'état d'un précipité blanc.

Le *sel d'argent* renferme $C^{40}H^{35}O^{7},AgO$; il est soluble dans l'alcool, et, par l'évaporation, il cristallise en longues aiguilles, très-sensibles à la lumière. (MM. Ettling et Will.)

TAURINE. $C^4H^7AzS^2O^6$.

Cette substance a été découverte par Gmelin dans la bile. Elle existe également dans la chair musculaire des mollusques (Valenciennes et Fremy). Elle est isomérique avec l'aldéhydate d'ammoniaque. M. Strecker l'a reproduite artificiellement en soumettant l'iséthionate d'ammoniaque à l'action de la chaleur. Sous l'influence de l'acide azoteux, la taurine régénère l'acide iséthionique (M. Gibbs). M. Kolbe considère la taurine comme de l'acide amido-éthylsulfurique.

M. Cloetta l'a extraite du tissu pulmonaire. On rencontre aussi la taurine dans les muscles de la sèche et de l'huître.

(MM. Valenciennes et Fremy.)

Propriétés. — La taurine cristallise en prismes hexaèdres réguliers terminés par des pyramides à quatre ou six faces. Ces cristaux sont incolores; ils craquent sous la dent; leur saveur est piquante. Ils n'exercent aucune action sur la teinture de tournesol. Lorsqu'on les soumet en vase clos à l'action d'une température graduellement croissante, ils fondent au-dessus de 100° (au-dessus de 240°, d'après M. Strecker), puis ils se charbonnent en dégageant une huile brune empyreumatique et un acide qui paraît renfermer de l'acétate d'ammoniaque.

L'eau chaude dissout mieux la taurine que l'eau froide : 1 partie de taurine exige 15,5 parties d'eau à 12° pour se dissoudre. L'acide azotique et l'acide sulfurique concentrés la dissolvent sans l'altérer.

La taurine est presque insoluble dans l'alcool absolu et dans l'éther, aussi l'alcool produit-il dans une solution aqueuse de taurine un précipité abondant, formé d'une multitude de petits prismes. Les solutions alcalines de taurine ne sont pas précipitées par l'alcool.

La taurine est inattaquable par le chlore. Les alcalis, les sels de mercure et d'argent ne la précipitent pas de sa dissolution aqueuse.

Lorsqu'on chauffe une dissolution de potasse dans laquelle on a ajouté de la taurine, cette substance laisse dégager de l'ammoniaque, et le reste de ses éléments se combine avec la potasse.

La taurine est un corps à peu près indifférent; elle forme à la vérité des combinaisons avec les bases, mais ces sels ne paraissent pas avoir une composition constante. Une dissolution aqueuse de taurine dissout l'hydrate plombique à l'ébullition ; l'acide carbonique précipite le plomb de cette combinaison.

Préparation. — Pour retirer la taurine de la bile ou des autres orga-

nes des animaux, on peut suivre différentes méthodes que nous indiquerons sommairement :

1° On verse de l'acide chlorhydrique dans la bile, on filtre pour séparer le mucus, et l'on additionne la liqueur claire d'une nouvelle quantité d'acide chlorhydrique ; puis on fait bouillir le mélange pendant quelque temps et on l'abandonne à lui-même. Il se dépose du chlorure de sodium et la taurine reste en solution. En ajoutant 5 à 6 fois son volume d'alcool bouillant à la liqueur, et la laissant refroidir, la taurine se dépose à l'état cristallin. On purifie cette substance en la faisant cristalliser de nouveau.

2° On laisse la bile se décomposer spontanément dans un endroit chaud, jusqu'à ce qu'elle présente une réaction acide ; on y ajoute alors de l'acide acétique ; on filtre, on évapore à sec la liqueur filtrée, et l'on épuise le résidu de l'évaporation par de l'alcool à 90° qui laisse la taurine insoluble ; il ne reste plus qu'à la faire cristalliser dans l'eau bouillante. (M. Gorup-Besanez.)

3° On épuise par de l'alcool ordinaire les muscles de la sèche ou de l'huître ; on évapore l'extrait alcoolique au bain-marie, jusqu'à consistance sirupeuse, puis on l'abandonne à lui-même. Au bout de quelques heures, il se dépose des aiguilles de taurine que l'on soumet à une nouvelle cristallisation, après les avoir essorées sur du papier à filtrer, pour les débarrasser de l'eau mère colorée dont elles sont imprégnées.

(MM. Valenciennes et Fremy.)

4° On fait digérer avec de l'eau froide, pendant douze heures environ, des poumons de bœuf hachés ; on filtre l'extrait aqueux, on l'additionne de quelques gouttes d'acide acétique, et on le chauffe ensuite jusqu'à ce qu'il se coagule. On le filtre de nouveau, et, après l'avoir réduit par évaporation, au dixième de son volume, on y verse de l'acétate neutre de plomb, puis de l'acétate tribasique, après l'avoir filtré. Le précipité contient alors de l'acide urique et de l'inosite, tandis que la liqueur retient de la taurine en dissolution, ainsi que de la leucine et un excès de sel de plomb dont on se débarrasse par l'hydrogène sulfuré. On évapore ensuite à consistance sirupeuse ; le résidu est mélangé à froid avec de l'alcool et de l'acide sulfurique étendu, puis filtré ; l'excès d'acide sulfurique étant précipité par de l'eau de baryte, on évapore la liqueur filtrée, jusqu'à ce qu'elle précipite abondamment par une petite quantité d'alcool, ce dont on s'assure en en essayant une petite portion. La liqueur est alors mélangée avec son volume d'alcool, et chauffée légèrement pour redissoudre le précipité. La taurine se dépose au bout de quelques jours en aiguilles brillantes qu'on purifie par cristallisation.

(M. Cloetta.)

Préparation artificielle de la taurine. — M. Strecker est parvenu à reproduire artificiellement la taurine en soumettant l'iséthionate d'ammoniaque à l'action de la chaleur. Il suffit de maintenir ce sel à la tem-

pérature de 230°, de reprendre par l'eau le produit de la décomposition, et d'ajouter de l'alcool à la dissolution aqueuse; la taurine se dépose alors à l'état cristallin.

La décomposition de l'iséthionate d'ammoniaque est représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^4H^5(AzH^4)O^2,S^2O^6}_{\text{Iséthionate d'ammoniaque.}} = \underbrace{C^4H^7AzS^2O^6}_{\text{Taurine.}} + 2HO.$$

(M. Strecker, *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 61.)

M. Kolbe a obtenu la taurine par l'action de l'ammoniaque sur l'acide chloréthylsulfurique. Ce dernier s'obtient en décomposant par l'eau le chlorure chloréthylsulfurique résultant de l'action du perchlorure de phosphore sur l'iséthionate de potasse. Voici comment opère. M. Kolbe. On neutralise par l'ammoniaque l'acide chloréthylsulfurique brut, on évapore à sec et l'on chauffe le résidu avec un excès d'ammoniaque, dans un tube scellé. Après avoir chassé l'excès d'ammoniaque par évaporation, on fait bouillir la solution avec de l'oxyde de plomb, on filtre, on enlève le plomb par l'hydrogène sulfuré, et la liqueur filtrée ne contient plus que de la taurine.

Cette transformation s'opère en vertu de l'équation :

$$\underbrace{C^4H^5ClS^2O^6}_{\text{Acide chloréthylsulfurique.}} + 2AzH^3 = AzH^4Cl + \underbrace{C^4H^7AzS^2O^6}_{\text{Taurine.}}.$$

Cette transformation est quelquefois accompagnée de la production d'un corps cristallisant en petits mamelons incolores et opaques, constituant probablement l'amide de la taurine, $C^4H^6Az^2S^2O^4$.

(M. Kolbe, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXII, 33.

CHOLESTÉRINE.

Ce principe important contenu dans la bile, et dans d'autres liquides animaux, peut être assimilé aux alcools, par son rôle chimique, et c'est à ce titre qu'il a été étudié tome V, page 673, ainsi que son dérivé, l'acide cholestérique.

CHOLINE. $C^{10}H^{13}AzO^2$.

La partie de la bile qui se dissout dans l'alcool et dans l'éther contient, outre des matières grasses et la cholestérine, de l'acide sarkolactique et une base assez énergique, la *choline*. Pour isoler cette dernière, on précipite par l'acide chlorhydrique la solution aqueuse de la bile de porc ; on lave le précipité à plusieurs reprises avec de l'eau et l'on évapore celle-ci au bain-marie. Le résidu est épuisé par l'alcool, et la solution, additionnée d'acide sulfurique, est mélangée avec de l'éther, aussi longtemps qu'il se forme un précipité. Il se sépare peu à peu une substance sirupeuse mêlée de cristaux ; on lave ceux-ci avec de l'éther, on réunit les liqueurs et on les évapore ; on ajoute ensuite de l'eau au résidu, et l'on fait bouillir la liqueur avec de l'oxyde de zinc pour

séparer l'acide sarkolactique, dont le sel de zinc se dépose par le refroidissement.

On épuise enfin par de l'alcool absolu la masse sirupeuse précipitée par l'éther, on évapore la solution, et l'on fait bouillir le résidu avec de l'hydrate d'oxyde de plomb. On sépare par l'hydrogène sulfuré le plomb dissous, on évapore de nouveau, on épuise le résidu par l'alcool, et l'on précipite la solution alcoolique par le chlorure de platine.

Le chloroplatinate de choline cristallise en aiguilles orangées longues et larges; la composition de ce sel est représentée par la formule:

$$C^{10}H^{13}AzO^2,HCl,PtCl^2.$$

En précipitant le platine par l'hydrogène sulfuré, on obtient le chlorhydrate de choline, qui cristallise difficilement. En chauffant ce sel avec de l'acide sulfurique, on obtient le sulfate; celui-ci peut être transformé en carbonate, en le traitant par le carbonate de baryte.

Le carbonate de choline cristallise en paillettes très-solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool.

La choline constitue une base très-énergique. Le résidu sec de la bile de porc n'en fournit que quelques centièmes. La bile de bœuf en renferme aussi de très-petites quantités.

(M. Ad. Strecker, *Comptes rendus*, t. LII, p. 1268.)

HÉMATOCRISTALLINE.

Propriétés.— Cette substance, désignée quelquefois sous les noms de *cristaux du sang*, a été découverte dans le sang par M. Funke. Elle est rougeâtre, cristallisée, facilement altérable au contact de l'air, soluble dans l'eau, dans l'ammoniaque, dans l'acide acétique, dans les acides sulfurique et chlorhydrique étendus d'eau. Sa dissolution aqueuse se coagule à 63°,5; elle se trouble lorsqu'on y verse de l'alcool, de l'azotate d'argent ou du sous-acétate de plomb; elle précipite par le sulfate de cuivre, par l'azotate de protoxyde de mercure et par le bichlorure de mercure.

La dissolution acide d'azotate de mercure la colore en rouge.

L'hématocristalline se décompose entre 160° et 170° en répandant une odeur de corne brûlée, et en laissant 1,2 pour 100 de cendres qui contiennent de 91 à 95 pour 100 d'oxyde de fer (M. Lehmann). Elle est attaquée par le chlore.

Préparation. — Pour obtenir l'hématocristalline, il faut exprimer le caillot d'un sang nouvellement coagulé, laver le résidu de la compression sur un linge avec de l'eau pure, faire passer pendant trente minutes de l'oxygène dans la liqueur rouge filtrée, et y diriger ensuite un courant d'acide carbonique. L'hématocristalline ne tarde pas à se déposer.

Cette méthode fournit, avec le sang de rat, de souris et de cochon d'Inde, de beaux tétraèdres réguliers d'hématocristalline. Mais avec le sang du cheval, du chien, du hérisson, du hamster et du poisson, qui donnent une hématocristalline plus soluble et d'une forme cristalline différente, il est indispensable, avant de faire passer l'oxygène dans l'extrait aqueux du caillot, d'y ajouter une certaine quantité d'alcool.

On n'a pu réussir à débarrasser complétement l'hématocristalline d'une petite quantité de globules du sang, qui lui donnent une teinte rougeâtre.

Si l'on essaye de faire cristalliser de nouveau cette substance, elle se décompose.

On ne connaît pas encore le mode de formation de ces cristaux. M. Lehmann a reconnu que la lumière exerce une influence favorable sur leur production.

L'hématocristalline appartient, par quelques-uns de ses caractères, aux matières albuminoïdes, que nous étudierons plus loin.

HÉMATOÏDINE, $C^{14}H^{8}AzO^{2},HO$.

Le sang épanché dans l'épaisseur des tissus d'un animal vivant dépose, au bout de quelques jours, une substance cristalline décrite pour la première fois par Everard Home en 1830, et désignée par Virchow sous le nom d'*hématoïdine*.

L'hématoïdine a été étudiée avec le plus grand soin, dans ces derniers temps, par M. Ch. Robin.

L'hématoïdine forme des prismes obliques à base rhomboïdale, durs, cassants et d'un rouge magnifique. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, les essences et l'acide acétique. Ils se dissolvent facilement, et avec une belle teinte rouge, dans l'acide azotique ordinaire; si cet acide est concentré, la dissolution s'opère avec dégagement de gaz. L'acide chlorhydrique dissout aussi l'hématoïdine ; la solution est d'un jaune d'or ou d'un jaune rougeâtre. L'hématoïdine n'est pas soluble dans l'acide sulfurique : elle devient d'un rouge foncé au contact de cet acide.

Lorsqu'on chauffe l'hématoïdine à l'air, elle répand une odeur de corne grillée, dégage des produits goudronneux, brûle avec une flamme claire, et laisse un résidu volumineux de charbon qui finit par disparaître complétement. Soumise à la distillation, elle donne des produits visqueux et fétides, et laisse un charbon boursouflé.

La potasse et la soude gonflent les cristaux d'hématoïdine, les fendillent et ne les dissolvent qu'en petite quantité; l'ammoniaque, au contraire, les dissout rapidement en se colorant successivement en rouge amarante, en jaune safrané et en brun.

L'hématoïdine examinée par M. Robin avait été trouvée dans un kyste hydatique du foie, qui en renfermait 3 grammes, quantité correspondant au moins à 1800 grammes de sang épanché.

MATIÈRES ALBUMINOÏDES.

On désigne sous le nom de *matières albuminoïdes* ou *protéiques*, une classe de corps très-répandus dans l'organisme animal et se rencontrant aussi dans certains organes des végétaux. Un des caractères essentiels de ces substances, est de renfermer du soufre au nombre de leurs éléments. Un autre, qui est plus important au point de vue du rôle que jouent ces corps, est d'exister en quelque sorte sous deux états, l'un soluble, l'autre insoluble : dans ce dernier cas, on dit que le corps est *coagulé*. Cette transformation une fois produite, il est très-difficile de l'amener de nouveau à l'état soluble, qui est en quelque sorte l'état normal, c'est-à-dire celui dans lequel il se trouve dans l'organisme.

Les substances albuminoïdes ont une composition très-complexe et sont toutes incristallisables, aussi ne traversent-elles pas les membranes poreuses et constituent-elles ce que l'on a nommé des *colloïdes parfaits*. Elles sont solubles dans les alcalis, ainsi que dans l'acide chlorhydrique, auquel elles communiquent une couleur bleue ou violacée.

Les principales matières albumineuses sont au nombre de trois : l'*albumine*, la *fibrine* et la *caséine animale* ou *végétale* (*légumine*); on y rattache quelques autres principes moins bien étudiés.

Soumises à l'action des agents oxydants, ces matières donnent toutes, entre autres produits, des produits particuliers, la *tyrosine* et la *leucine*, qui existent du reste toutes formées dans l'organisme.

Lorsqu'on ajoute du sulfate de cuivre aux substances albuminoïdes, puis un alcali, il se produit une belle coloration violet foncé; celle-ci n'apparaît pas si l'on ajoute l'alcali avant le sel de cuivre. Les matières albumineuses coagulées donnent la même réaction; aussi celle-ci peut-elle servir à caractériser ces substances. (M. Piotrowsky.)

Les matières albuminoïdes ont une grande tendance à s'altérer, c'est-à-dire à *fermenter* ou à se *putréfier;* cette altération, se communiquant à d'autres substances, telles que le sucre, en provoque aussi la fermentation : la levûre de bière peut être envisagée comme une matière albuminoïde.

Les matières albuminoïdes paraissant avoir toutes la même composition, et contenir un principe unique combiné ou non avec des alcalis ou des sels; ce principe étant l'albumine coagulée pure, on peut dire que le blanc d'œuf et le sérum, solubles et coagulables, sont du bialbuminate de soude; que la caséine du lait, soluble et incoagulable par la chaleur, représente l'albuminate neutre de potasse, et que la fibrine est l'albumine insoluble ou coagulée, plus ou moins mélangée de phosphates terreux. (Gerhardt.)

D'après des expériences de M. Schonbrodt, ce chimiste est arrivé à cette conclusion que les sucres pouvaient être transformés en substances albuminoïdes, et a émis l'opinion que ces dernières sont des

nitriles, correspondant aux substances amyloïdes, c'est-à-dire à la cellulose, l'amidon, la dextrine et le sucre. Ces relations avaient déjà été signalées par M. Sterry Hunt. (M. Schonbrodt, *Comptes-rendus*, L, 856.)

PROTÉINE. $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12}$.

D'après M. Mulder, toutes les substances albumineuses, c'est-à-dire l'albumine végétale ou animale, la fibrine, la caséine, etc., semblent résulter de la combinaison du soufre, du phosphore et de quelques sels, avec une substance azotée nommée *protéine*. L'existence de ce principe a été souvent mise en doute, notamment par M. Liebig, qui y a toujours rencontré du soufre. Nous donnons néanmoins les résultats obtenus par M. Mulder.

Propriétés. — La protéine est blanche, inodore, insipide; elle attire rapidement l'humidité de l'air; elle se décompose par la chaleur en donnant naissance à tous les produits qui caractérisent la distillation des corps azotés.

Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle forme avec les alcalis et les acides de véritables combinaisons. Lorsqu'on la fait bouillir avec la potasse, elle se décompose en dégageant de l'ammoniaque.

Le cyanoferrure et le cyanoferride de potassium précipitent la protéine de sa dissolution dans les alcalis; une ébullition prolongée finit par redissoudre complétement le précipité.

La protéine, traitée par l'acide chlorhydrique concentré, s'y dissout en produisant, sous l'influence de l'air, une belle coloration d'un bleu indigo. La protéine, traitée par l'acide azotique, se colore en jaune et forme un acide désigné sous le nom d'*acide xanthoprotéique*.

L'acide xanthoprotéique a pour formule $C^{34}H^{24}Az^{4}O^{12},HO$. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; il se combine non-seulement avec les bases, mais encore avec les acides. Ses combinaisons sont colorées en jaune.

L'acide sulfurique concentré se combine avec la protéine et donne naissance à l'*acide sulfoprotéique*. Lorsqu'on fait bouillir de la protéine avec de l'acide sulfurique étendu, il se forme une substance blanche et cristalline que l'on a désignée sous le nom de *leucine* ou *aposépédine*.

Le chlore réagit sur toutes les dissolutions de protéine, et produit un précipité blanc, insoluble dans l'eau, dans lequel M. Mulder admet l'existence de l'acide chloreux.

Le tannin se combine avec la protéine, avec laquelle il forme un composé insoluble. Plusieurs sels s'unissent également à la protéine.

Préparation. — Pour obtenir la protéine pure, on traite l'albumine ou la caséine successivement par l'eau, l'alcool et l'éther; on la soumet ensuite à l'action de l'acide chlorhydrique étendu, afin de la débarrasser des sels terreux qu'elle peut contenir; on la dissout à une tempéra-

ture de 50° dans de la potasse étendue et on la précipite par de l'acide acétique.

Le précipité doit être lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne plus d'acétate de potasse. (M. Mulder.)

On a signalé dans le règne végétal l'existence de protéine cristallisée. Au-dessous de l'enveloppe subéreuse de la pomme de terre, se trouve une couche de cellules corticales dont les plus extérieures ne renferment pas de granules d'amidon, mais seulement un nucléole de grande dimension et une matière protéique grenue, d'une apparence trouble. C'est dans ces cellules et dans celles un peu plus intérieures qu'on distingue le mieux des cristaux.

Ces cristaux forment des cubes transparents à faces miroitantes, de grosseurs variables. L'acide les colore en jaune; l'ammoniaque et l'acide acétique les dissolvent; la potasse concentrée les jaunit et les liquéfie, mais sans les dissoudre; la potasse étendue les dissout, ainsi que l'eau de chaux.

Les acides minéraux concentrés dissolvent les cristaux de protéine; les acides étendus les coagulent en partie, l'acide nitrique les jaunit. Le nitrate mercureux les colore en rouge-brique.

L'eau bouillante n'altère pas l'apparence des cristaux; néanmoins elle les coagule et les rend insolubles dans l'ammoniaque et dans l'acide acétique.

Ces cristaux ont une légère action sur la lumière polarisée.

(M. Cohn, *Journ. fur praktische Chem.*, LXXX, 129.)

FIBRINE.

La fibrine est la substance qui se trouve en suspension dans le sang et qui lui donne la propriété de se coaguler. C'est elle qui constitue en grande partie la substance solide des muscles. Elle est alors traversée par des prolongements de vaisseaux, par des artères, des nerfs, des aponévroses dont il est impossible de la débarrasser.

L'étude de la fibrine est due à Berzelius, à MM. Mulder, Dumas, Cahours, Liebig et Bouchardat.

Propriétés. — La fibrine récemment obtenue présente l'aspect de longs filaments élastiques et transparents, qui sont complétement insolubles dans l'eau froide, l'alcool, l'éther, et perdent dans le vide 80 pour 100 d'humidité. Ainsi desséchée, la fibrine peut absorber jusqu'à trois fois son poids d'eau sans reprendre son aspect primitif.

Lorsqu'on maintient pendant quelque temps la fibrine à une douce chaleur, elle devient cornée, grise et opaque; si on la chauffe à 200°,

elle se décompose en donnant naissance à des produits ammoniacaux et en laissant un charbon brillant et volumineux; quand on la brûle, elle abandonne 2 ou 3 pour 100 de cendres, qui sont formées principalement de phosphates de chaux et de magnésie.

Un contact prolongé avec l'eau bouillante altère la fibrine, qui se dédouble alors en une substance soluble dans l'eau (*trioxyde de protéine*), et en une matière insoluble (*bioxyde de protéine*).

(M. Mulder.)

La fibrine, chauffée à 150° avec de l'eau, en vase clos, se dissout en laissant un faible résidu. La dissolution précipite par les acides.

(M. Wœhler.)

On a reconnu que la fibrine extraite du sang des jeunes animaux peut, sous l'influence d'une faible chaleur, devenir complétement soluble dans l'eau et présenter alors tous les caractères de l'albumine.

(Magendie et Fremy.)

L'eau oxygénée est immédiatement décomposée par la fibrine et peut servir à caractériser cette substance.

Lorsqu'on abandonne pendant quelques jours de la fibrine dans de l'eau, cette substance se dissout complétement en dégageant l'odeur de l'hydrogène sulfuré (Gay-Lussac). Le liquide ainsi obtenu possède l'odeur du vieux fromage; il contient une matière albumineuse coagulable par la chaleur, de l'ammoniaque, de l'acide acétique, de l'acide valérique, de l'acide butyrique et diverses autres substances peu connues. (M. Wurtz.)

La fibrine éprouve à l'air une véritable combustion: elle absorbe de l'oxygène et laisse dégager de l'acide cabonique. Cette altération est moins rapide quand la fibrine a subi longtemps l'action de l'eau bouillante.

En général, les acides agissent sur la fibrine et la convertissent en une masse blanche et gélatineuse.

L'acide azotique froid s'unit à la fibrine et la colore en jaune: si l'on fait chauffer légèrement un mélange d'acide azotique et de fibrine, il se dégage de l'azote et il se produit de l'acide xanthoprotéique. Le gaz acide chlorhydrique est absorbé par la fibrine, qui se transforme en un composé peu soluble dans l'eau. (M. Mulder). L'acide chlorhydrique liquide dissout à chaud la fibrine en prenant une teinte violette; la liqueur brunit par une ébullition prolongée au contact de l'air, et la fibrine se décompose en ammoniaque, en leucine et en tyrosine, en une matière brune à peine connue, en un corps cristallisable et en une substance sucrée (M. Bopp). La dissolution de fibrine dans l'acide chlorhydrique dépose une matière blanche (*chlorhydrate de fibrine*) lorsqu'on l'étend d'eau. Le chlorhydrate de fibrine est insoluble dans l'eau acidulée et très-soluble dans l'eau pure. Il est précipité de sa dissolution aqueuse par les acides et par le cyanoferrure de potassium.

L'acide chlorhydrique, très-affaibli et ne contenant que 0gr,694 d'acide pour un litre d'eau, convertit à froid, après quelques heures de contact, la

fibrine en une gelée transparente qui se dissout en presque totalité dans l'eau pure. La partie dissoute (*albuminose*) est coagulée par la chaleur, précipitée par le cyanoferrure de potassium, le tannin, l'acide chlorhydrique, le chlorure de mercure, et présente les principaux caractères de l'albumine du blanc d'œuf. La partie insoluble (*épidermose*) paraît être identique avec la substance qui constitue en grande partie l'épiderme et les matières cornées (M. Bouchardat). L'acide chlorhydrique étendu dissout encore plus facilement la fibrine lorsqu'on le mélange avec quelques gouttes de suc gastrique. Cette propriété peut expliquer la rapidité avec laquelle la fibrine se dissout dans l'estomac.

(MM. Bouchardat et Sandras.)

Il résulte des expériences de M. Liebig que la fibrine du sang est complétement insoluble dans l'acide chlorhydrique étendu, et que la propriété de se dissoudre dans cet acide appartient seulement à la fibrine musculaire, qui laisse cependant un résidu insoluble plus ou moins considérable.

L'acide sulfurique se comporte d'une manière différente, suivant qu'on le met en contact avec la fibrine des muscles ou la fibrine du sang. La fibrine musculaire, traitée par l'acide sulfurique, devient gélatineuse et se dissout ensuite complétement; lorsqu'on étend cette dissolution et qu'on la fait bouillir pendant quelque temps, il se produit du sulfate d'ammoniaque, de la leucine et une substance soluble dans l'alcool.

La fibrine du sang, traitée par l'acide sulfurique concentré, donne une gelée transparente et légèrement jaunâtre, insoluble dans un excès d'acide. La fibrine du sang, soumise à l'action de l'acide sulfurique étendu, semble se dédoubler en produisant une substance gélatineuse insoluble et un composé soluble dans l'eau; la partie gélatineuse se dissout dans l'eau lorsque l'on a enlevé l'excès d'acide par des lavages.

L'acide phosphorique convertit la fibrine en une gelée blanche, soluble dans l'eau pure; les acides ne la précipitent pas de cette dissolution.

La fibrine, mise en contact avec l'acide acétique, produit une gelée incolore et soluble dans l'eau bouillante. La dissolution aqueuse de cette gelée, soumise à l'évaporation, se recouvre d'une pellicule blanche qui est considérée comme de l'*acétate de fibrine*.

L'acétate de fibrine est précipité par les acides, le cyanoferrure de potassium et les alcalis; un excès d'alcali redissout le précipité. D'après M. Bœdecker, le précipité obtenu par le prussiate de potasse possède une composition constante.

Le tannin précipite les dissolutions saturées de fibrine.

La fibrine est soluble à une douce chaleur dans une dissolution de potasse même étendue, et neutralise en grande partie la réaction alcaline de cette base. Il se produit ainsi une combinaison qui présente la même composition que l'albuminate de potasse.

Quand on place dans un flacon une dissolution très-étendue de potasse avec de la fibrine, cette substance se dissout lentement, et peut, si l'on sature en partie l'alcali par l'acide acétique, former des précipités diversement colorés dans les dissolutions des sels métalliques.

(M. Mulder.)

La fibrine, dissoute à l'ébullition dans la potasse, paraît avoir éprouvé une certaine altération, car la dissolution, traitée par les acides, dégage toujours de l'hydrogène sulfuré.

Si l'on porte à 180° un mélange de fibrine et de chaux potassée, il se dégage de l'ammoniaque, divers produits volatils, et il se produit un acide gras qui reste combiné avec la potasse. (M. Wurtz.)

La potasse caustique, en agissant à une haute température sur la fibrine, donne naissance à de la leucine, de la tyrosine, du butyrate, du valérate et de l'oxalate de potasse. (M. Bopp.)

Quelques sels, tels que l'azotate de potasse, le chlorure de baryum, le sulfate de potasse, etc., peuvent opérer la dissolution de la fibrine. Cette dissolution avait été considérée par quelques chimistes comme présentant les propriétés de l'albumine, mais il est facile de reconnaître qu'une dissolution de fibrine dans le nitrate de potasse ne possède pas les caractères de l'albumine; elle peut bien se coaguler par la chaleur comme l'albumine, mais elle est précipitable par l'acide acétique, ce qui la distingue complétement de l'albumine. (Magendie et Fremy.)

La fibrine absorbe un certain nombre de sels, et produit des composés qui sont insolubles et imputrescibles. (M. Denis.)

Analyses de la fibrine. — Les résultats obtenus dans les analyses de la fibrine présentent des différences assez notables pour qu'il ne soit pas possible d'assigner une formule certaine à cette substance.

On a trouvé en effet que la fibrine renferme :

ORIGINE.	Chair de poule.	Chair de poisson.	Sang veineux humain.	Sang artériel et veineux du bœuf.	Sang artériel et veineux du mouton.
Carbone	54,5	54,7	53,7	52,7	52,8
Hydrogène	7,3	7,2	7,1	7,0	7,0
Azote	15,8	15,4	15,8	16,6	16,5
Soufre	1,2	1,5	»	»	»
Oxygène	»	»	»	»	»
Observateurs :	M. Strecker.		M. Scherer.	MM. Dumas et Cahours.	

MM. Mulder et Liebig admettent que la fibrine présente exactement la même composition que la caséine et l'albumine.

Le peu de rapport qui existe entre ces diverses analyses peut être attribué à ce que la fibrine n'est pas un corps unique. Si l'on examine cette substance au microscope, il est facile d'apercevoir des fibres blanchâtres au milieu desquelles se trouvent emprisonnés des granules fort nombreux : ces deux corps diffèrent par leur inégale solubilité dans l'acide acétique. Du reste, l'action de l'acide chlorhydrique faible sur la fibrine paraît confirmer cette observation.

(MM. Lebonte et de Goumoens.)

M. Bœdecker assigne à la fibrine la composition $C^{114}H^{112}Az^{18}O^{42}S$, et la déduit de la composition du précipité obtenu par le prussiate de potasse dans la solution acétique de la fibrine, précipité qui selon lui possède une composition constante. Il a même proposé un moyen de dosage de la fibrine, ainsi que de l'albumine, en partant de cette propriété et en opérant à l'aide de liqueurs titrées.

(*Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 199.)

Extraction. — Lorsque le sang est extrait des vaisseaux qui le contiennent, il se sépare en deux parties : l'une forme une espèce de gelée que l'on nomme *caillot*, tandis que l'autre est liquide et constitue le *sérum*. La fibrine reste entièrement dans le caillot ; c'est elle qui retient comme dans un réseau les globules du sang qui sont colorés en rouge. Pour séparer la fibrine du caillot, on le coupe en tranches minces que l'on écrase, et qui sont placées ensuite sur une toile ; on les soumet à l'action d'un filet d'eau froide : les globules sont entraînés, tandis que la fibrine reste sur la toile, sous la forme de filaments blancs et élastiques.

La fibrine peut encore être obtenue en battant du sang avec un balai, à l'extrémité duquel viennent s'attacher de longs filaments de fibrine impure. On lave d'abord cette fibrine à grande eau pour la débarrasser des principes solubles du sang qu'elle peut retenir, on la soumet à la dessiccation, puis on la lave avec de l'alcool et de l'éther, qui enlèvent les matières grasses. On la traite ensuite par les acides faibles, et enfin par l'eau distillée.

Si l'on reçoit le sang au sortir de la veine dans un vase contenant du sulfate de soude cristallisé, et qu'après avoir agité le mélange, on le verse sur un filtre imbibé d'une dissolution de sulfate de soude, les globules colorés du sang restent sur le filtre, tandis que la liqueur passe à peu près incolore. En la mélangeant avec son propre poids d'eau, la filtrant de nouveau, et répétant ces dilutions et ces filtrations un certain nombre de fois, on finit par précipiter la fibrine à l'état de pureté.

Pour retirer la fibrine de la chair, on épuise la chair hachée par l'eau froide et l'on délaye le résidu dans de l'acide chlorhydrique additionné de 10 fois son volume d'eau. La liqueur se charge de fibrine et dépose cette substance quand, après l'avoir filtrée, on la neutralise par l'ammoniaque.

(M. Liebig.)

En traitant par l'acide acétique de la chair de poisson, hachée et préalablement épuisée par l'eau, on obtient la fibrine assez pure, à l'état d'une gelée transparente. (M. Baumhauer.)

ALBUMINE.

Cette substance, que l'on peut considérer comme de la protéine unie à quelques traces de soufre et de phosphore (M. Mulder), est abondamment répandue dans l'organisation animale et végétale.

Un grand nombre de chimistes, parmi lesquels nous citerons Scheele, Berzelius, Thenard, MM. Chevreul, Dumas, Mulder, Cahours, Wurtz, Lehmann, etc., ont étudié l'albumine. Nous donnons ici le résumé de leurs travaux.

Propriétés. — L'albumine desséchée est transparente, amorphe, incolore, insipide, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, qui la précipite de sa dissolution aqueuse à l'état de flocons blancs insolubles. Elle rougit la teinture bleue de tournesol (M. Wurtz), et laisse, quand on la brûle, un faible résidu de cendres.

Lorsque l'albumine a été bien lavée, elle absorbe peu à peu l'oxygène et dégage de l'acide carbonique. Ce phénomène de combustion lente, déjà observé pour la fibrine, établit une analogie nouvelle entre ces deux substances.

La dissolution aqueuse d'albumine dévie à gauche le plan de polarisation des rayons lumineux. (Biot).

Cette solution devient opaline à la température de 65°, et dépose à 75° l'albumine qu'elle renferme. L'albumine qui se précipite dans ces conditions offre l'aspect de pellicules opaques. Elle est devenue complétement insoluble dans l'eau froide : on la désigne sous le nom d'*albumine coagulée*. La coagulation de l'albumine est due à une modification isomérique, car elle se produit sans perte d'eau (M. Chevreul). L'albumine, en se coagulant par l'action de la chaleur, rassemble dans une sorte de réseau tous les corps qui sont en suspension dans le liquide : aussi l'emploie-t-on pour clarifier les différentes liqueurs.

Si l'on chauffe l'albumine, avec de l'eau, à une température de 150°, dans un tube de verre fermé aux deux bouts, l'albumine, qui s'est d'abord coagulée, se redissout ensuite par l'action de la température et de la pression.

La coagulation de l'albumine sous l'influence de la chaleur est incomplète quand la dissolution est très-étendue. Ainsi une liqueur qui est formée de 1 partie d'albumine et de 10 parties d'eau ne se coagule plus par la chaleur, et devient simplement opaline. La coagulation ne s'opère pas non plus en présence des carbonates alcalins.

D'après les recherches de M. Melsens, l'agitation suffit pour coaguler l'albumine du blanc d'œuf; quant à l'albumine du sang, elle n'est pas coagulée dans les mêmes circonstances.

De l'albumine coagulée, étant exposée, dans des tubes fermés, au

froid produit par un mélange d'acide carbonique et d'éther, redevient liquide. (M. Melsens, *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXIV, n° 2.)

Quand on fait bouillir pendant soixante heures au moins de l'eau qui tient en suspension de l'albumine coagulée, le précipité disparaît peu à peu et se transforme en une substance soluble dans l'eau, nommée *trioxyde de protéine*, et qui a pour formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{15},HO$, la protéine étant représentée par la formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12}$. (M. Mulder.)

L'albumine, soumise à l'action d'un courant électrique, se coagule, tantôt au pôle positif, tantôt au pôle négatif, suivant qu'elle est engagée dans une combinaison basique ou dans une combinaison acide.

(M. Morin, *Bulletin de la Société chimique*, août 1861.)

Si l'on abandonne à elle-même une dissolution albumineuse, elle ne tarde pas à présenter tous les phénomènes de la putréfaction; elle éprouve dans ce cas une décomposition complète, et se convertit en un ferment qui peut produire la fermentation alcoolique du sucre.

(M. Thenard.)

L'albumine, précipitée par l'alcool de sa dissolution aqueuse, se trouve dans le même état que l'albumine coagulée par la chaleur; il est possible, à l'aide d'une petite quantité d'alcali, de maintenir l'albumine en dissolution dans l'alcool. (M. Scherer.)

L'albumine, coagulée par l'alcool, chauffée pendant trois heures avec de l'acide chlorhydrique concentré étendu de 5 parties d'eau, dans une atmosphère d'acide carbonique, se dissout peu à peu en grande partie. La portion insoluble dans la liqueur acide est gélatineuse, soluble dans l'eau pure et précipitable par l'acide chlorhydrique; sa composition et ses propriétés la rapprochent de la chondrine, principe contenu dans les cartilages. Les solutions métalliques précipitent ce corps. Le liquide d'où l'on sépare cette substance ne renferme ni leucine ni tyrosine, mais un acide dont le sel de magnésie paraît avoir pour composition $C^{52}H^{45}Az^{6}O^{2},4MgO$.

(M. Lorentz Mayer, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXIV, 406.)

L'éther, la créosote et l'aniline coagulent aussi l'albumine.

L'albumine coagulée se putréfie lentement au contact de l'air et de l'eau; on trouve parmi les produits de la décomposition: 1° une substance soluble dans l'acide chlorhydrique, et qui communique à cet acide une belle teinte violette; 2° de l'acide valérique; 3° de l'acide butyrique. (M. Bopp.)

Le chlore et le brôme déterminent la précipitation de l'albumine. Il se forme, sous l'influence du chlore, une combinaison d'acide chloreux et de protéine, que M. Mulder représente par la formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12},ClO^{3}$.

Presque tous les acides précipitent en blanc l'albumine, à l'exception de l'acide phosphorique trihydraté et de l'acide acétique. Ce dernier acide fait prendre en gelée les dissolutions concentrées d'albumine. On sait que l'albumine sert à distinguer l'acide phosphorique ordinaire de l'acide pyrophosphorique qui la coagule.

L'acide azotique est de tous les acides celui qui coagule le plus facilement l'albumine, ce qui fait qu'on l'emploie pour reconnaître la présence de ce principe dans les liquides de l'organisme animal. L'albumine coagulée se transforme en un acide jaune par l'action de l'acide azotique concentré.

L'albumine se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique en produisant, sous l'influence de l'air, une liqueur d'un beau bleu. Par une ébullition prolongée, le même acide décompose l'albumine en ammoniaque, en leucine, en tyrosine et en diverses autres substances indéterminées.

(M. Boff.)

En agissant sur l'albumine, l'eau régale produit des corps à la fois nitrés et chlorés.

L'acide tartrique ne précipite pas l'albumine; toutefois, comme l'acide phosphorique et l'acide acétique, il fait prendre en gelée les dissolutions concentrées d'albumine.

Le tannin précipite complétement l'albumine.

Lorsque l'on ajoute de la dextrine à une solution limpide d'albumine dans un acide, la liqueur fournit un abondant précipité qui se dépose en flocons, et qui ne se dissout ni par une addition d'acide, ni par un excès de dextrine. La gomme arabique précipite de même l'albumine, mais un excès de gomme redissout le précipité; l'albumine peut donc servir à distinguer la gomme de la dextrine. La solution gommeuse de l'albumine se coagule par la chaleur, ce que ne fait pas la solution acide.

(M. Guensberg, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXXVIII, 237.)

L'albumine forme avec les bases alcalines des combinaisons (albuminates) qui sont solubles dans l'eau.

La baryte, la chaux et la strontiane précipitent l'albumine; les combinaisons ainsi obtenues sont insolubles dans l'eau. Quelques sels exercent sur l'albumine des réactions dignes d'intérêt: ainsi la présence de l'albumine dans des dissolutions de fer et de cuivre empêche leurs oxydes d'être précipités par la potasse.

Presque tous les sels métalliques sont précipités par l'albumine; nous citerons principalement le bichlorure de mercure, qui forme dans les dissolutions d'albumine un précipité blanc insoluble dans l'eau. Aussi l'albumine est-elle considérée comme le meilleur antidote du sublimé corrosif (Orfila). Ce précipité est une véritable combinaison d'albumine et de bichlorure de mercure (M. Lassaigne). L'albumine peut se combiner avec d'autres sels, principalement avec le sulfate de cuivre.

L'alun, le sous-acétate de plomb, l'azotate d'argent, le ferrocyanure de potassium et le bichromate de potasse précipitent les dissolutions d'albumine.

L'albumine coagulée, dissoute dans une petite quantité de potasse, donne un liquide dans lequel l'acide acétique produit un précipité soluble dans un excès d'acide. Si l'on soumet ce mélange à la dialyse, il devient opalescent dès que la réaction acide a disparu; le liquide resté

dans le dialyseur contient alors une matière coagulable par la chaleur et par l'acide azotique, comme l'albumine elle-même, mais cette coagulation a lieu aussi par l'addition d'un alcali ou d'un sel neutre.

La caséine, comme nous le verrons, se comporte de même.

(M. P. Schützenberger, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 86.)

La potasse fondue dans son eau de cristallisation convertit l'albumine en leucine et en tyrosine. Il se produit aussi dans cette réaction du valérate et de l'oxalate de potasse.

Usages de l'albumine. — L'albumine est employée, depuis un certain nombre d'années, en très-grande quantité dans l'impression des tissus, pour *animaliser* le coton. Ce dernier, en effet, ne peut pas fixer directement les matières colorantes, et il faut faire intervenir un mordant; l'albumine joue dans ce cas le rôle d'un mordant. Voici en quelques mots comment on opère. On dissout l'albumine des œufs, on y mélange la matière colorante à imprimer, et un épaississant; l'impression effectuée, on soumet le tissu à l'action de la vapeur d'eau qui coagule l'albumine et, la rendant insoluble, retient en même temps la matière colorante. On a fait un grand nombre de tentatives pour remplacer dans cette opération l'albumine du blanc d'œuf, dont le prix est assez élevé, par d'autres substances albumineuses; mais les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont peu satisfaisants.

L'albumine est aussi employée dans l'art de la photographie.

Analyses de l'albumine.— Nous reproduisons ici plusieurs des analyses de l'albumine :

ORIGINE.	Blanc d'œuf.	Sérum.	Sérum à 100°.	Blanc d'œuf soluble.	Blanc d'œuf coagulé.	Sérum humain.
Carbone	53,4	53,7	50,81	52,9	52,9	53,3
Hydrogène	7,0	7,1	7,09	7,2	7,2	7,3
Azote	157	15,8	»	15,6	15,8	15,7
Soufre	0,4	0,7	1,38	»	»	»
Oxygène	»	»	»	»	»	»
Observateurs :	M. Mulder.		M. Ruling.	M. Wurtz.		MM. Dumas, Cahours.

Les différences qui existent entre les nombres donnés par l'analyse paraissent tenir à ce que l'albumine, au lieu d'être un corps unique, se trouve formée par le mélange de deux substances qui se distinguent par leur solubilité dans l'acide acétique cristallisable.

(MM. Lebonte et de Goumoens.)

Les analyses de M. Bœdecker l'ont conduit à admettre pour l'albumine la formule $C^{144}H^{112}Az^{18}O^{44}S^{2}$; il s'est appuyé, pour établir cette for-

mule, sur la propriété que possède le prussiate jaune de potasse de précipiter la solution acétique de l'albumine, ce précipité ayant d'après lui une composition constante. A l'aide de liqueurs titrées, il a même basé sur cette propriété une méthode de dosage de l'albumine.

(*Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 195.)

ÉTAT NATUREL. — PRÉPARATION. — L'albumine existe en très-grande quantité dans le chyle, le sérum du sang, la lymphe, le blanc d'œuf, et dans la plupart des liquides de l'organisation animale. On a constaté sa présence dans le cerveau, le pancréas, la chair musculaire et les excréments.

Les liquides de l'économie qui contiennent de l'albumine, tels que le blanc d'œuf, le sérum, verdissent le sirop de violette, et laissent par l'incinération un résidu très-riche en carbonate de soude, ce qui fait présumer que l'albumine s'y trouve à l'état de combinaison avec cette base.

La soude, le chlorure de sodium et les autres sels solubles qui se rencontrent dans le blanc d'œuf et dans le sérum paraissent s'opposer à l'altération de l'albumine. En effet :

1° Si l'on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique ou d'acide acétique dans du blanc d'œuf étendu d'eau, la liqueur devient opaque au bout d'un jour, et se remplit de corpuscules arrondis qui engendrent un mycoderme particulier, nommé *Penicillum glaucum*.

(MM. DUTROCHET, ANDRAL et GAVARRET.)

2° Quand on a enlevé, par un lavage à l'eau distillée, les matières minérales solubles que contiennent le sérum et le blanc d'œuf, ces liquides qui, dans leur état normal, absorbent difficilement l'oxygène, s'oxydent alors avec rapidité, en dégageant, comme la fibrine, de l'acide carbonique. (M. SCHERER.)

On retire ordinairement l'albumine du blanc d'œuf. Voici comment cette opération s'exécute :

Le blanc d'œuf, se composant de cellules translucides, qui renferment de l'albumine chargée de soude, de phosphate de soude et de chlorure de sodium, doit être délayé vivement dans 2 fois son volume d'eau, afin de déchirer les cellules. On jette ensuite la masse sur un linge qui laisse seulement passer la dissolution aqueuse d'albumine et des matières minérales précitées, puis on additionne la liqueur filtrée d'acétate de plomb dissous. Il se produit aussitôt un précipité blanc (combinaison d'albumine et d'oxyde de plomb, *albuminate de plomb*), qu'on met en suspension dans de l'eau pure, après l'avoir parfaitement lavé dans l'eau froide. En faisant alors arriver dans cette eau un courant de gaz acide carbonique, on décompose l'albuminate de plomb; le métal se précipite à l'état de carbonate, et l'albumine, devenue libre, se dissout dans l'eau.

Cette eau albumineuse contient encore du plomb. Il faut, pour l'en

débarrasser complétement, la filtrer sur du papier lavé à l'acide, y ajouter ensuite quelques gouttes d'une solution d'acide sulfhydrique, et la chauffer doucement jusqu'à ce qu'elle commence à se coaguler. Les premiers flocons d'albumine qui se déposent, entraînent le sulfure de plomb. La liqueur, clarifiée par une dernière filtration, est enfin évaporée à la température de 40°. Le résidu de l'évaporation est de l'albumine pure. (M. Wurtz.)

On obtient encore l'albumine à l'état de pureté, en additionnant le blanc d'œuf de son volume d'eau, filtrant le liquide, chassant, à l'aide d'une chaleur de 40°, l'eau qu'on a ajoutée, et agitant le résidu de l'évaporation avec une dissolution de potasse. Le mélange ne tarde pas à se solidifier; on le divise alors en petits fragments, et, après l'avoir lavé avec de l'eau froide, à l'abri du contact de l'air, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus alcalines, on le reprend par l'eau ou l'alcool bouillants. La dissolution dépose de l'albumine pure, lorsqu'on y verse de l'acide acétique ou de l'acide phosphorique. (M. Lieberkuhn.)

On trouve dans un grand nombre de plantes une substance, la *légumine* ou *albumine végétale*, qu'on avait depuis longtemps comparée à l'albumine animale, qui présente en effet les mêmes propriétés et qui se coagule à la même température. L'identité de l'albumine végétale et animale a été démontrée analytiquement par M. Mulder. Ce fait est d'une grande importance pour la physiologie; il prouve, en effet, que les végétaux contiennent tout formés quelques-uns des principes que l'on retrouve dans l'organisation animale, et que les animaux peuvent s'assimiler l'albumine qui existe dans leurs aliments.

PARALBUMINE.

Cette substance, découverte par M. Scherer dans une liqueur hydropique de l'ovaire, diffère de l'albumine en ce qu'elle n'est pas coagulée entièrement par la chaleur, et qu'après avoir été précipitée de sa dissolution aqueuse par l'alcool, elle se redissout dans l'eau.

Les tendons de cheval paraissent renfermer, suivant les recherches de M. Rollet, une substance albuminoïde particulière, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans les acides chlorhydrique ou nitrique concentrés, dans les alcalis caustiques et les terres alcalines, et ne contenant pas de cendres. On la retire en lavant à l'eau distillée les tendons bien nettoyés, les mettant en digestion pendant quarante-huit heures avec de l'eau de chaux, et précipitant la liqueur claire par un excès d'acide étendu; il se dépose ainsi des flocons blancs.

(*Répert. chimie pure*, t. II, p. 288.)

GLOBULINE.

La globuline est une matière albumineuse, qui existe dans le sang à l'état de combinaison avec les globules colorés. Le cristallin de l'œil en renferme aussi une certaine quantité.

La globuline est soluble dans l'eau, alcaline aux réactifs colorés, et présente avec les acides et les sels métalliques les mêmes caractères que l'albumine. On la distingue facilement de cette dernière substance, en ce que sa dissolution ne se coagule qu'à 93°, et que le précipité qu'elle donne avec l'alcool est soluble en partie dans ce réactif. (BERZELIUS.)

D'après M. Lehmann, la globuline du cristallin de l'œil est différente de la globuline du sang; c'est cette dernière qui, dans des conditions particulières dont nous avons parlé, donne les cristaux du sang, ou *hématocristalline*.

MÉTALBUMINE. — PHACONINE.

D'après MM. Valenciennes et Fremy (*Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1122), le cristallin de l'œil des mammifères est composé de fibres insolubles dans l'eau, réunies au centre par un liquide albumineux coagulable à 65° (albumine α). Au dehors du globe de l'œil, les fibres sont de nouveau réunies par une autre substance albumineuse, la *métalbumine*, qui ne se coagule pas par l'ébullition. La métalbumine, pas plus que l'albumine α, ne donne avec l'acide chlorhydrique une coloration bleue. MM. Valenciennes et Fremy donnent à la matière albumineuse extérieure le nom d'*exophacine*, et à l'autre celui d'*endophacine*.

Le cristallin des oiseaux, des reptiles et des batraciens ne diffère que peu de celui des mammifères; celui des poissons est aussi formé de deux parties : la partie intérieure est solide, insoluble dans l'eau; elle a été nommée *phaconine* et a beaucoup d'analogie avec la partie fibreuse qui se trouve dans le cristallin des mammifères. La composition de toutes ces substances ne les éloigne pas des matières protéiques; elles renferment :

	Endophacine.	Exophacine.	Phaconine.
Carbone	51,89	52,8	52,11
Hydrogène	6,75	7,3	7,60
Azote	15,46	16,0	16,53
Oxygène	25,94	23,9	23,67

Par la cataracte, l'endophacine et l'exophacine se coagulent, et il se forme des membranes presque opaques, dont les cendres sont identiques avec celles que fournit l'albumine ordinaire.

CASÉINE.

La caséine est une substance albumineuse qui existe dans le lait des mammifères. On rencontre aussi la caséine dans le sang des femmes enceintes, peu de temps après leur délivrance, et dans celui des enfants à la mamelle. (MM. NATALIS GUILLOT et F. LEBLANC.)

L'étude de la caséine est due en grande partie à Berzelius, à Braconnot et à MM. Rochleder, Dumas, Cahours, Mulder et Scherer.

PROPRIÉTÉS. — La caséine est amorphe, de couleur blanche, insoluble dans l'alcool, très-peu soluble dans l'eau, très-soluble dans les alcalis, les carbonates alcalins, le chlorure de sodium, le chlorhydrate d'ammoniaque, l'azotate de potasse et le phosphate de soude. Elle rougit faiblement la teinture bleue de tournesol.

Tous les acides, excepté l'acide phosphorique, forment dans les dissolutions de caséine un précipité blanc soluble dans un excès d'acide.

Les dissolutions de caséine dans les acides ou les alcalis, soumises à l'évaporation, se recouvrent d'une pellicule blanche semblable à celle qui se forme lorsqu'on chauffe le lait.

L'acide chlorhydrique très-étendu, ne contenant que 5 dix-millièmes d'acide par litre d'eau, dissout la caséine en formant une liqueur qui dévie à gauche la lumière polarisée, et présente tous les caractères d'une dissolution d'albumine. (M. BOUCHARDAT.)

La dissolution de caséine dans l'acide chlorhydrique concentré est d'une belle couleur violette; lorsqu'on la fait bouillir, la caséine s'altère et donne de l'ammoniaque, de la leucine, de la tyrosine et quelques substances peu connues. (M. BOPP.)

Le cyanoferrure de potassium, le bichromate et l'iodate de potasse précipitent la caséine de sa dissolution dans l'acide acétique.

Le chlore, en agissant sur la caséine, donne un produit analogue à l'hypochlorite de protéine. (M. MULDER.)

Les sels métalliques précipitent la caséine de ses dissolutions. La chaux et la baryte produisent avec la caséine des composés qui durcissent au contact de l'air et sont employés en peinture.

La caséine, qui est très-soluble à froid dans une dissolution de potasse, est altérée à l'ébullition par cette base, et lui cède de l'acide sulfhydrique.

Les dissolutions de caséine dans les alcalis sont précipitées par le tannin.

La *présure*, matière organique provenant de la décomposition d'une membrane (*caillette*) de l'estomac des jeunes veaux, précipite la caséine de sa dissolution dans le lait. Une tranche de caillette, qui commence à s'altérer, étant plongée dans 2000 fois son volume de lait, opère la coagulation de ce liquide dans l'espace de deux heures. Pour expliquer

ce phénomène, on avait admis : 1° que la caséine était maintenue en dissolution dans le lait par une petite quantité d'alcali ; 2° que la présure, agissant comme ferment, convertissait le sucre de lait en acide lactique, et que cet acide, saturant alors l'alcali contenu dans le lait, déterminait la précipitation de la caséine. (M. Liebig.)

Des expériences récentes nous ont appris que le lait peut être coagulé par la présure en présence du carbonate de soude : l'action de la présure reste donc sans explication. (MM. Selmi et Heintz.)

La composition de la caséine paraît être la même que celle de l'albumine.

D'après les recherches de M. Scherer et de Lieberkühn, la caséine dissoute présente avec l'albuminate de potasse une ressemblance telle, qu'on est porté à admettre l'identité de ces deux substances. M. Hoppe avait cependant signalé certaines différences. Ainsi, une dissolution d'albuminate précipite par un très-léger excès d'acide, tandis que le lait frais présente très-souvent une réaction acide. M. Rollet, de son côté, a constaté récemment qu'une solution d'albuminate de potasse additionnée d'un phosphate alcalin se comporte envers les acides exactement comme le lait. M. Rollet admet que la caséine du lait se trouve dans des conditions tout à fait semblables à celles où se trouve l'albuminate de potasse dans cette expérience. En effet, les cendres du lait renferment, comme on sait, des phosphates alcalins.

(M. Rollet, *Répertoire de chimie pure*, t. II, p. 307.)

Nous devons encore mentionner ici les expériences récentes de M. Schützenberger, relatives à la dialyse d'une solution alcaline de caséine. L'alcali traverse la membrane poreuse, tandis qu'il reste dans le dialyseur un liquide présentant tous les caractères d'une solution d'albumine. (M. P. Schützenberger, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 86.)

M. Sullivan ayant conservé pendant deux ans du lait dans un tube scellé, a constaté que la caséine avait perdu ses propriétés caractéristiques et qu'elle avait acquis celles de l'albumine (*Philos. Magazine*, t. XVIII, p. 203).

M. Maschke (*Journ. für praktische Chemie*, LXXIV, 436) a signalé l'existence d'une combinaison cristallisée de caséine extraite de la noix de Para (*Bertholletia excelsa*). La substance que renferme cette combinaison, et qui est un acide encore inconnu, possède les propriétés de la caséine.

Préparation. — Pour obtenir la caséine à l'état de pureté, on peut traiter le lait à une douce chaleur par une certaine quantité d'acide sulfurique, laver à grande eau le précipité qui se forme, et le soumettre ensuite à froid à l'action du carbonate de soude, qui dissout la caséine. La dissolution est abandonnée à une température de 20°, afin que le beurre se sépare complétement. On y ajoute ensuite de l'acide sulfurique, et on lave le précipité de caséine qui se produit, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides.

La caséine ainsi préparée retient encore des traces d'acide sulfurique, qu'on lui enlève à l'aide du carbonate de soude. Enfin on l'épuise par l'alcool et l'éther, qui dissolvent les matières grasses qu'elle peut contenir. (M. Rochleder.)

ACTION DE LA POTASSE SUR LA CASÉINE.

Les alcalis, en agissant sur la caséine et sur les autres matières albuminoïdes, donnent naissance à deux produits caractéristiques, la *tyrosine* et la *leucine*. Ces deux corps existent du reste tout formés dans l'économie animale.

TYROSINE. $C^{18}H^{11}AzO^{6}$.

En faisant agir la potasse caustique en fusion sur la caséine, ou sur d'autres matières albuminoïdes, M. Liebig découvrit en 1846 un corps cristallisé qu'il nomma *tyrosine* (*Ann. der Chem. und Pharm.*, LVII, 127).

La tyrosine se forme aussi par l'action des acides chlorhydrique ou sulfurique étendus sur l'albumine, sur la caséine, la corne, les plumes, etc.

Elle existe toute formée dans la cochenille (M. Warren de la Rue). MM. Städeler et Frerichs l'ont rencontrée dans certaines affections du foie, accompagnée de leucine; le foie normal ne renferme ni l'une ni l'autre. Le pancréas et la rate paraissent aussi en contenir quelquefois.

Propriétés. — La tyrosine est cristallisable, neutre, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans 150 parties d'eau bouillante et insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Les solutions de tyrosine ne sont précipitées ni par l'acétate neutre ni par le sous-acétate de plomb, si ce n'est en présence de l'ammoniaque. Évaporée sur la lame de platine, avec de l'acide nitrique, la tyrosine laisse un résidu jaune rougeâtre caractéristique. (M. Scherer.)

Soumise à l'action oxydante d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, la tyrosine donne de l'hydrure de benzoyle et différents produits d'oxydation qui sont les mêmes que ceux que fournit le sucre de gélatine dans les mêmes circonstances: acide formique, acide acétique, ammoniaque, acide carbonique, eau et acide cyanhydrique. Il est à remarquer que la tyrosine, qui ne diffère de l'acide hippurique que par 2 équivalents d'hydrogène en moins, représente de l'hydrure de benzoyle, plus du glycocolle ou sucre de gélatine :

$$\underbrace{C^{18}H^{11}AzO^{6}}_{\text{Tyrosine.}} = \underbrace{C^{14}H^{6}O^{2}}_{\text{Hydrure de benzoyle.}} + \underbrace{C^{4}H^{5}AzO^{4}}_{\text{Glycocolle.}}$$

L'acide nitrique transforme la tyrosine en tyrosine nitrée ou *nitrotyrosine* $C^{18}H^{10}(AzO^4)AzO^6$, qui reste unie à de l'acide nitrique.

Le nitrate mercurique donne dans les solutions de tyrosine un précipité floconneux rouge, et la solution prend une teinte rose très-intense; par le repos, il se dépose de nouveaux flocons sur les parois du vase. Cette réaction très-sensible peut servir à reconnaître la tyrosine; le nitrate mercurique ne doit pas être très-acide.

La tyrosine peut se combiner avec les bases. Elle décompose les carbonates alcalins terreux, et forme avec eux des combinaisons amorphes ou cristallisées, ayant une réaction alcaline.

La combinaison barytique constitue un précipité cristallin lourd, peu soluble dans l'eau, surtout bouillante; l'alcool n'en précipite pas la tyrosine. Cette combinaison a pour composition :

$$C^{18}H^9Ba^2AzO^6 + 4HO.$$

Elle ne perd son eau qu'à 130° et peut subir une température de 180° sans se décomposer.

On connaît deux combinaisons argentiques de la tyrosine : l'une se forme en ajoutant à une solution concentrée de nitrate d'argent une solution de tyrosine dans l'ammoniaque, il se forme aussi un précipité lourd, amorphe, qui renferme $C^{18}H^9Ag^2AzO^6 + 2Aq$.

On obtient un composé cristallin, $C^{18}H^{10}AgAzO^6 + Aq$, en neutralisant par l'acide nitrique la liqueur qui a déposé la combinaison précédente. Ces deux combinaisons ont une réaction alcaline; elles sont solubles dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque.

La tyrosine se combine aussi aux acides. On obtient le *chlorhydrate* $C^{18}H^{11}AzO^6,HCl$, en dissolvant la tyrosine dans l'acide chlorhydrique étendu, et évaporant. Ce sel est cristallin, très-acide et décomposable par l'eau. Il s'obtient aussi, suivant M. Wicke, en faisant absorber le gaz acide chlorhydrique par la tyrosine.

Le *nitrate* forme de petits prismes aciculaires qui renferment $C^{18}H^{11}AzO^6,HO,AzO^5$.

Le *sulfate* forme des aiguilles fines solubles dans l'eau; leur composition est représentée par la formule $C^{18}H^{11}AzO^6,2HO,S^2O^6$.

Le chlore agit sur la tyrosine en la transformant en chloranile. L'acide azotique la transforme en composés nitrés. Il se produit en même temps une matière colorante rouge, présentant une certaine analogie avec l'hématoïdine, et que M. Städeler nomme *érythrosine*.

(M. Staedler, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVI, 57.)

Préparation. — Pour obtenir la tyrosine, on ajoute peu à peu de la caséine à de l'hydrate de potasse maintenu en fusion dans un creuset de fer; après refroidissement, on reprend la masse par l'eau, et l'on ajoute de l'acide acétique à la solution : la tyrosine se dépose à l'état cristallin.

(M. Strecker.)

On peut aussi préparer la tyrosine en traitant la corne, réduite en menus fragments, par de l'acide sulfurique étendu. On fait bouillir pendant huit heures 500 grammes de corne avec 1300 grammes d'acide sulfurique étendu de trois litres d'eau, en remplaçant l'eau à mesure qu'elle s'évapore; l'opération terminée, on étend de beaucoup d'eau, on neutralise l'acide sulfurique par de la chaux, on filtre, et l'on évapore à une température voisine de 100°, en faisant passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique pour précipiter l'excès de chaux. Lorsque la liqueur est réduite à deux ou trois litres, elle doit déposer par le refroidissement des cristaux de tyrosine. La corne fournit ainsi environ 1 pour 100 de son poids de tyrosine; l'albumine un peu moins.

(M. Piria.)

D'après MM. Städeler et Frerichs, ce procédé peut fournir jusqu'à 4 pour 100 de tyrosine de la corne employée, et l'on peut opérer sur 3 kilogrammes à la fois.

DÉRIVÉS NITRÉS DE LA TYROSINE.

NITROTYROSINE $C^{18}H^{10}(AzO^4)AzO^6$.

Nous avons vu plus haut que l'acide nitrique transforme la tyrosine en un produit nitré qui a pour composition $C^{18}H^{10}(AzO^4)AzO^6$.

L'azotate de nitrotyrosine, qui se forme dans cette circonstance, cristallise en paillettes brunes qui sont peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool, et dans l'éther, très-solubles dans la potasse et dans l'ammoniaque.

On connaît aussi le sulfate et le chlorhydrate de nitrotyrosine.

La nitrotyrosine paraît pouvoir se combiner, en outre, avec les oxydes et avec les sels métalliques.

DINITROTYROSINE $C^{18}H^9(AzO^4)^2AzO^6$.

Ce composé s'obtient en évaporant à une douce chaleur l'azotate de nitrotyrosine avec un excès d'acide azotique.

La dinitrotyrosine constitue un corps assez stable, indifférent pour les acides, mais pouvant se combiner avec les bases. Sa composition est représentée par la formule $C^{18}H^9(AzO^4)^2AzO^6 + 4Aq$.

La combinaison barytique forme de beaux cristaux rouges ayant pour composition $C^{18}H^7Ba^2(AzO^4)^2AzO^6 + 4Aq$. Sa combinaison calcique $C^{18}H^7Ca^2(AzO^4)^2AzO^6 + 6Aq$, forme des cristaux jaunes.

(M. Staedeler.)

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LA TYROSINE.

ACIDE TYROSISULFURIQUE.

En dissolvant la tyrosine dans 4 à 5 fois son poids d'acide sulfurique concentré, on obtient une liqueur brune que l'eau décolore; en

neutralisant par du carbonate de baryte, filtrant, et séparant avec précaution, par l'acide sulfurique, la baryte restée en dissolution.

L'acide tyrosisulfurique se sépare de sa solution en cristaux anhydres $C^{18}H^{11}AzO^6,S^2O^6$, qui deviennent peu à peu amorphes et hydratés. Dans ce dernier état, il est beaucoup plus soluble. Cette solution, additionnée d'acide chlorhydrique, fournit de nouveau l'acide anhydre.

L'acide tyrosisulfurique a une réaction très-acide ; le chlorure ferrique le colore en violet. Ses sels sont amorphes et en général solubles dans l'eau. Il précipite par le sous-acétate de plomb.

Le sel de baryte a pour composition $BaO,C^{18}H^{10}AzO^5,S^2O^6 + 4Aq$.

On en connaît un autre qui renferme $2BaO,C^{18}H^9AzO^4,S^2O^6 + 6Aq$.

(M. Staedeler.)

ACTION DU BRÔME SUR LA TYROSINE.

La tyrosine absorbe les vapeurs de brôme en produisant du *bromhydrate de bibromotyrosine*. Ce corps est soluble dans l'eau froide ; l'eau chaude en sépare l'acide bromhydrique, et la bibromotyrosine est mise en liberté. Elle a pour composition :

$$C^{18}H^9Br^2AzO^6 + 4Aq.$$

Les 4 équivalents d'eau de cristallisation se séparent à 120°. Elle cristallise en tables rhomboïdales. L'acide nitrique la transforme en dinitrotyrosine. L'acide sulfurique la dissout avec une coloration rouge. Le bichlorure de mercure y donne un précipité qui se colore en jaune par l'action de la chaleur.

L'amalgame de sodium la décompose.

Les combinaisons de bibromotyrosine ressemblent à celles de la tyrosine. Elle forme deux combinaisons argentiques cristallines, renfermant, l'une $C^{18}H^7Ag^2Br^2AzO^6 + 4Aq$, et l'autre $C^{18}H^8AgBr^2AzO^6$.

Le *sulfate de bibromotyrosine* forme des cristaux étoilés renfermant $2(C^{18}H^9Br^2AzO^6),S^2O^6 + 2Aq$.

Le *bromhydrate* $C^{18}H^9Br^2AzO^6,HBr$ s'obtient en aiguilles soyeuses solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Le *chlorhydrate* $C^{18}H^9Br^2AzO^6,HCl + 3Aq$ ressemble au sel précédent, et s'obtient directement.

(M. Gorup-Besanez, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXXV, 281.)

LEUCINE. $C^{12}H^{13}AzO^4$.

La caséine, abandonnée à elle-même, éprouve une décomposition putride pendant laquelle il se forme une substance que Proust a décrite sous le nom d'*oxyde caséique*, et que Braconnot a plus tard désignée sous le nom d'*aposépédine*. M. Mulder a constaté l'identité de cette substance avec la leucine qui se produit par l'action de l'acide sulfurique étendu et

bouillant sur la viande, ou par celle de la potasse caustique sur tous les produits protéiques (albumine, fibrine et caséine).

M. Cloetta a retiré la leucine du tissu pulmonaire.

MM. Städeler et Frerichs ont constaté sa présence dans un grand nombre d'organes d'animaux; dans certains foies pathologiques, dans le pancréas, la rate du bœuf et de l'homme, dans les glandes thymiques. Dans ces dernières, elle avait été décrite par M. Gorup-Besanez sous le nom de *thymine*, mais son identité avec la leucine a été vérifiée par MM. Städeler et Frerichs, et par M. Gorup-Besanez lui-même.

La leucine est un homologue du sucre de gélatine, c'est-à-dire qu'elle est à l'acide valérique ce que le sucre de gélatine est à l'hydrure de formyle (inconnu) et ce que l'alanine est à l'aldéhyde ordinaire. Aussi M. Limpricht l'a-t-il obtenue en traitant le valérylure d'ammonium par l'acide cyanhydrique :

$$\underbrace{C^{10}H^{9}(AzH^{4})O^{2}}_{\text{Valérylure d'ammonium.}} + \underbrace{C^{2}AzH}_{\text{Acide cyanhydrique.}} + 2HO = \underbrace{C^{12}H^{13}AzO^{4}}_{\text{Leucine.}} + AzH^{3}.$$

(*Ann. der Chem. und Pharm.*, XCIV, 243.)

On peut encore l'obtenir artificiellement en traitant la thialdine par l'oxyde d'argent. La thialdine, que l'on obtient par l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'aldéhydate d'ammoniaque, a pour composition $C^{12}H^{13}AzS^{4}$; elle ne fait donc qu'échanger son soufre contre de l'oxygène, pour se transformer en leucine.

(M. Cahours, *Comptes rendus*, t. XXVII, p. 265.)

Propriétés. — La leucine est soluble dans l'eau et dans l'alcool; elle se présente en paillettes blanches, qui se subliment à 170° sans entrer en fusion. Elle est insoluble dans l'éther. Soumise à la distillation sèche, la leucine fournit du carbonate d'amylamine. Elle se dissout dans l'acide azotique sans qu'il se dégage la moindre trace de vapeurs rutilantes, et la dissolution laisse déposer, par la concentration et le refroidissement, de belles aiguilles incolores. Ce composé, identique avec l'*acide nitroleucique* de Braconnot, doit être considéré, d'après Laurent et Gerhardt, comme de l'azotate de leucine $C^{12}H^{13}AzO^{4},AzO^{5},HO$. Cet azotate s'unit à la chaux et à la magnésie, et forme avec l'azotate d'argent une combinaison cristallisable.

La leucine produit encore un sel cristallisé avec l'acide chlorhydrique; ce chlorhydrate a pour composition $C^{12}H^{13}AzO^{4},HCl$.

Le sulfate de leucine s'obtient à l'état cristallisé, lorsqu'on ajoute de l'alcool absolu à une solution concentrée de leucine dans l'acide sulfurique faible.

La leucine se comporte donc, relativement aux acides, comme une base animale semblable à l'urée et au sucre de gélatine.

(Laurent et Gerhardt.)

Quand on chauffe la leucine avec un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, elle donne du valéronitrile, de l'acide carbonique et de l'eau.

Si l'on fait bouillir la leucine en présence de l'eau et du peroxyde de plomb, elle produit du butyraldéhyde et de l'ammoniaque.

La leucine, en dissolution aqueuse, précipite le sous-acétate de plomb, ou l'acétate de plomb ammoniacal, en donnant des paillettes nacrées ayant pour composition $C^{12}H^{13}AzO^4,PbO$.

M. Gössmann a signalé des combinaisons de leucine avec l'oxyde de cuivre et avec l'oxyde de mercure; on les obtient en dissolvant ces oxydes ou leurs hydrates dans une solution de leucine; ces combinaisons cristallisent par le refroidissement. Elles renferment $C^{12}H^{12}CuAzO^4 + Aq$ et $C^{12}H^{12}HgAzO^4$.

La leucine, maintenue en fusion avec son poids de potasse caustique, jusqu'à ce que l'ammoniaque qu'elle dégage soit mêlée d'hydrogène libre, donne successivement naissance à de l'acide valérique et à de l'acide butyrique, qui restent unis à la potasse (M. Liebig). D'après M. Schwanert, elle donne de l'amylamine dans ces circonstances, comme peut le faire la corne elle-même, qui donne naissance à la leucine, avec des traces seulement de valéronitrile.

La dissolution nitrique de la leucine, traitée par du bioxyde d'azote, donne un dégagement de gaz azote, et l'on obtient un acide huileux, l'*acide leucique*, soluble dans l'éther et donnant des sels cristallisables. Cet acide se forme aussi par l'action du chlore sur une solution alcaline de leucine.

(M. Strecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, LXVIII, 54.)

La leucine, légèrement chauffée, absorbe les vapeurs d'acide sulfurique anhydre, en formant une solution brune. A 100°, celle-ci dégage de l'acide carbonique et de l'acide sulfureux; si l'on distille ensuite avec de l'eau, on obtient un liquide d'une odeur éthérée agréable, bouillant à 97° et qui présente la composition de l'aldéhyde valérique.

Le chlore transforme la leucine en valéronitrile et en valéronitrile chloré.

(M. Schwanert, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CII, 221.)

Préparation. — On prépare la leucine en laissant putréfier pendant plusieurs mois du caséum ou du gluten, que l'on a soin d'entretenir constamment humides. Lorsque le dégagement de gaz a cessé, on étend la masse d'eau, on la filtre et on l'évapore à consistance de sirop. Le résidu sirupeux, traité par l'alcool bouillant, cède la leucine à ce liquide, qui la dépose à l'état cristallin par le refroidissement. On purifie la leucine à l'aide de plusieurs cristallisations successives dans l'alcool.

La putréfaction du fromage donne naissance, indépendamment de la leucine, à une huile acide, jaune, plus lourde que l'eau, et à un corps

soluble dans l'alcool, de composition et de propriétés d'ailleurs mal connues, que l'on a désigné sous le nom d'*acide caséique*. (BRACONNOT.)

Pour se procurer de la leucine, on peut encore épuiser par l'eau froide la viande maigre hachée, et, après l'avoir exprimée dans un sac de toile, reprendre à une douce chaleur le résidu de la compression par son poids d'acide sulfurique. La liqueur, abandonnée au refroidissement, se recouvre d'une couche de graisse qu'on enlève avec soin. La dissolution sulfurique est alors étendue de 1 décilitre d'eau, maintenue en ébullition pendant neuf heures et neutralisée par du carbonate de chaux. En la filtrant ensuite, l'évaporant à sec, et traitant à plusieurs reprises le résidu par l'alcool bouillant, on retire de ce résidu la leucine produite pendant l'opération, et qui cristallise par le refroidissement de la solution alcoolique. La leucine ainsi obtenue contient ordinairement des substances précipitables par le tannin. Pour la purifier, on doit la dissoudre dans l'eau, ajouter dans la liqueur une petite quantité de tannin, filtrer et évaporer convenablement. (BRACONNOT.)

On peut aussi, pour obtenir la leucine, attaquer l'albumine, la gélatine ou la fibrine par la potasse en fusion, reprendre par l'eau quand la décomposition est complète, neutraliser ensuite la dissolution par l'acide acétique, filtrer bouillant, et l'évaporer à siccité. Le résidu de l'évaporation, traité par l'alcool, cède la leucine à ce dissolvant. (M. BOPP.)

On peut encore traiter la corne par l'acide sulfurique. A cet effet, on fait bouillir 1 partie de rognures de corne avec 4 parties d'acide sulfurique et 12 parties d'eau pendant trente-six heures. On sature par un lait de chaux, en faisant bouillir pendant vingt-quatre heures, puis on filtre, et l'on évapore la liqueur, qui dépose d'abord de la tyrosine, puis de la leucine, qu'on purifie comme précédemment.

(M. HINTERBERGER.)

Suivant M. Zollikofer, le tissu jaune élastique qui constitue le ligament de la nuque est très-propre à la préparation de la leucine.

La leucine se rencontre dans le tissu pulmonaire. Quand on a traité ce tissu de manière à en retirer la taurine, il reste dans les eaux mères qui ont laissé déposer cette substance une certaine quantité de leucine, qu'on peut isoler par le procédé suivant. On évapore ces eaux mères au bain-marie, et, après avoir repris à l'ébullition le résidu par de l'eau tenant en suspension de l'oxyde de plomb hydraté, on filtre la dissolution, puis on y fait passer un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de sulfure de plomb. La liqueur qui surnage abandonne, par évaporation, un résidu blanc qui, traité par l'alcool absolu, cède la leucine à ce dissolvant. (M. CLOETTA.)

ACIDE LEUCIQUE. $C^{12}H^{12}O^{6}$.

PROPRIÉTÉS. — L'acide leucique fond à 73°. Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; sa saveur est amère et sa réaction acide. Il

a pour composition $C^{12}H^{12}O^6$, ce qui en fait un homologue de l'acide lactique.

Il se volatilise à 100° sans se décomposer.

Ses sels se distinguent des lactates par une moindre solubilité dans l'eau, et par une solubilité plus grande dans l'alcool. Le leucate de baryte est anhydre. Celui de zinc cristallise en paillettes brillantes et soyeuses; il est soluble dans 300 parties d'eau froide et dans 204 parties d'eau bouillante; il est plus soluble dans l'alcool: il renferme $C^{12}H^{11}ZnO^6 + Aq$.

Le *leucate de cuivre* $C^{12}H^{11}CuO^6$ forme un précipité vert floconneux qui est quelquefois cristallin.

Le *leucate d'argent* $C^{12}H^{11}AgO^6$ est soluble dans l'eau bouillante, d'où il cristallise par refroidissement.

Préparation. — La formation de l'acide leucique a d'abord été effectuée par M. Strecker en faisant agir l'acide nitreux sur la leucine, puis par M. Güssmann, par l'action du chlore sur une solution alcaline de leucine.

On dissout la leucine dans de l'eau acidulée d'acide nitrique, et l'on y fait passer de l'acide nitreux; il se dégage de l'azote et la liqueur se colore en brun. Après le refroidissement, on agite le liquide avec de l'éther, et l'on évapore la solution éthérée; il reste une masse oléagineuse, insoluble dans l'eau, qui se prend après quelque temps en une masse cristalline. Pour le purifier, on le transforme en sel de zinc, et l'on décompose celui-ci par l'hydrogène sulfuré.

(M. Waage, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVIII, 295.)

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES.

L'albumine, la fibrine et la caséine, soumises à l'action oxydante d'un mélange de bioxyde de manganèse ou d'acide chromique et d'acide sulfurique, donnent des composés extrêmement divers qui ont été signalés par M. Guckelberger.

Voici, indépendamment de plusieurs substances que leur faible proportion n'a pas permis d'examiner, la liste des composés résultant de l'oxydation des matières albumineuses:

Les acides formique, acétique, métacétique, butyrique, valérianique, caproïque et benzoïque;

Les aldéhydes acétique, métacétique et butyrique;

Le valéronitrile $C^{10}H^9Az$ et une huile pesante d'une odeur de cannelle.

(M. Gluckelberger.)

Lorsqu'on dissout de l'albumine, du gluten ou de la fibrine dans de l'acide nitrique concentré, qu'on ajoute de l'eau et qu'on distille la liqueur filtrée avec de l'acide chlorhydrique concentré, il passe une grande

quantité d'un liquide très-dense, et il reste dans la cornue un corps jaune qui finit aussi par se décomposer, si l'on pousse plus loin la distillation.

Le liquide distillé est fluide, possède une densité égale à 1,555; il est très-acide, et son odeur est très-vive; il est vénéneux. Il est soluble dans l'alcool, mais très-peu soluble dans l'eau. Soumis à l'action de la chaleur, ce corps se décompose déjà à 104°; à une température plus élevée, il détone; on peut cependant le distiller, en opérant dans un courant de vapeur d'eau.

Ce corps, que l'on a nommé *chlorazol*, a pour composition :

$$C^8H^3Cl^3Az^2O^8 = C^8H^3Cl^3(AzO^4)^2.$$

L'acide nitreux le transforme en un autre corps qui lui ressemble beaucoup et qui a pour composition $C^4H^2Cl^3AzO^4$; ce dernier ressemble beaucoup à la chloropicrine.

Le corps resté dans la cornue donne, lorsque l'on continue à chauffer, un liquide sirupeux; purifié par des lavages à l'eau bouillante, ce liquide est rougeâtre, limpide, de la consistance de l'essence de térébenthine, d'une odeur d'amandes amères et d'une saveur amère. Soumis à l'action de la chaleur, il brunit, répand une odeur âcre et finit par laisser du charbon. C'est un acide chloré qui a pour composition $C^{24}H^{12}Cl^3AzO^8$; ses sels sont incristallisables.

(M. Mühlhauser, *Ann. der Chem und Pharm.*, XC, 171.)

Indépendamment de ces corps, il se produit encore, dans la même réaction, de l'acide oxalique, de l'acide sulfurique et deux produits fixes non sulfurés; l'un est oléagineux et l'autre cristallin. Le premier a pour composition $C^{26}H^{18}Cl^3AzO^{18}$; son odeur est agréable, et sa réaction est acide; il précipite les solutions métalliques et terreuses, mais les précipités sont amorphes; il est soluble dans la potasse, insoluble dans l'ammoniaque.

Le produit cristallin qui se forme en même temps possède la composition de l'acide fumarique $C^8H^4O^8$.

(M. Mühlhauser, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CI, 171.)

ACTION DES ALCALIS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES.

Lorsqu'on fait bouillir la caséine ou l'albumine avec une dissolution concentrée de potasse, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'ammoniaque, la dissolution contient du carbonate et du formiate de potasse, de la leucine, et deux autres corps que l'on a désignés sous les noms de *protide* et d'*érythroprotide*.

En saturant la liqueur alcaline par de l'acide sulfurique et évaporant, la plus grande partie du sulfate de potasse se dépose pendant l'évaporation; le résidu est repris par de l'alcool bouillant, qui laisse déposer l'érythroprotide en se refroidissant. La solution alcoolique, abandonnée

à une évaporation spontanée, donne une cristallisation abondante de leucine, tandis que les eaux mères retiennent la protide.

L'érythroprotide est brune et molle, très-soluble dans l'eau et même déliquescente; elle précipite la plupart des dissolutions métalliques, ainsi que le tannin. En analysant sa combinaison avec l'oxyde de plomb, on lui trouve pour formule $C^{13}H^{8}Az^{2}O^{5}$.

La protide est précipitée de sa dissolution par le sous-acétate de plomb; ce précipité, décomposé par l'acide sulfhydrique, donne la protide à l'état de pureté.

Cette dernière substance a pour formule $C^{13}H^{9}Az^{2}O^{4}$. Elle est amorphe et solide, d'un jaune-paille, précipitable par les sels de plomb, le bichlorure de mercure, l'azotate d'argent et le tannin. (M. Mulder.)

Nous plaçons à la suite des matières albumineuses quelques substances organiques qui présentent une analogie complète ou de nombreux rapports avec l'albumine, la fibrine et la caséine.

GLUTEN.

Lorsqu'on soumet à l'action d'un faible courant d'eau certaines farines, l'eau entraîne l'amidon, et laisse comme résidu une substance molle et filante dont nous avons déjà parlé en traitant de la farine (voy. tome IV, page 999). Cette substance a été nommée *gluten*.

Le gluten, traité à chaud par l'alcool, cède à ce dissolvant trois corps différents :

1° La *mucine*, matière neutre, incristallisable, soluble dans l'eau, dans la potasse, et que l'on isole en ajoutant de l'eau dans l'extrait alcoolique de gluten, filtrant la liqueur et l'évaporant ensuite à siccité.

2° La *caséine végétale*, qui présente la même composition que la caséine du lait, et qui se dépose par le refroidissement de l'extrait alcoolique.

3° La *glutine*, matière visqueuse, de couleur jaune, acide aux réactifs colorés, soluble dans les alcalis, dans les acides, insoluble dans l'eau et dans l'éther, précipitable de sa dissolution alcoolique par le tannin, par l'acide carbonique, et présentant la même composition que l'albumine animale.

Le résidu insoluble dans l'alcool est généralement considéré comme identique avec la fibrine animale; toutefois il laisse par l'incinération des cendres ne contenant pas d'alcali.

C'est à une transformation que subit la fibrine végétale dans la plante que l'on doit attribuer la production de la diastase.

AMANDINE.

MM. Dumas et Cahours ont donné le nom d'*amandine* à une substance que l'on trouve en grande quantité dans les végétaux, et que l'on retire principalement de l'amande de toutes les rosacées.

L'amandine est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther; elle se coagule par la chaleur et sous l'influence de tous les acides, même de l'acide acétique étendu et de l'acide phosphorique. L'acide chlorhydrique produit avec elle la belle teinte bleue qui caractérise toutes les substances albumineuses.

L'amandine peut être complétement précipitée de sa dissolution par la présure de veau; elle se dissout avec facilité dans les alcalis. Cette dissolution est coagulée ensuite par l'addition d'un acide. Sa composition en centièmes a été déterminée par MM. Dumas et Cahours. On voit qu'elle s'éloigne de celle des corps albumineux proprement dits, qui contiennent environ 15,5 pour 100 d'azote, tandis que l'amandine en contient 18,5 :

Carbone	50,9
Hydrogène	6,5
Azote	18,5
Oxygène	24,1
	100,0

LÉGUMINE.

Cette substance, désignée quelquefois sous le nom d'*albumine végétale*, à cause de ses analogies avec l'albumine proprement dite, a été découverte par Braconnot dans les pois et les haricots; elle présente surtout une grande analogie avec la caséine.

La légumine est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther; elle forme avec l'acide acétique un précipité qui se redissout dans un excès d'acide : c'est en quelque sorte son caractère distinctif. La légumine se dissout dans les alcalis libres ou carbonatés et dans les eaux de chaux et de baryte. D'après les analyses de MM. Dumas et Cahours, la légumine est isomérique avec l'amandine.

La légumine renferme du phosphore et du soufre au nombre de ses éléments. M. Wölcker a trouvé que la légumine des pois verts renferme 1,303 de phosphore, 0,870 de soufre, et laisse 1,100 pour 100 de cendres. Celle des haricots verts renferme 1,078 pour 100 de phosphore, 0,059 de soufre et 0,071 de cendres.

Lorsqu'on soumet la légumine à l'action d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, il distille un liquide acide renfermant, outre des traces d'acide cyanhydrique et d'acide formique, les acides benzoïque, valérianique, acétique, propionique, butyrique,

caproïque et peut-être caprylique, ainsi que du valéronitrile et de l'acétonitrile.

(M. Froehde, *Journ. für prakt. Chemie*, LXXVII, 290 ; LXXIX, 308.)

SUBSTANCES VITELLINES.

Les œufs des différents animaux renferment plusieurs principes immédiats qui ont reçu le nom générique de *corps vitellins* ou de *substances vitellines*.

Ces substances sont :

La vitelline,
L'ichthine,
L'ichthidine,
L'ichthyline,
L'émydine.

VITELLINE.

La vitelline a été découverte dans le jaune de l'œuf d'oiseau par MM. Dumas et Cahours.

Cette substance est blanche et grenue ; elle offre une si grande analogie avec l'albumine, que la présence d'une certaine quantité de ce dernier corps ne modifie pas sensiblement sa composition et ses propriétés. Ainsi la vitelline, entièrement débarrassée d'albumine, se dissout, comme les matières albumineuses, dans l'acide chlorhydrique bouillant, en produisant une belle coloration d'un bleu violacé. Elle est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, et soluble dans les alcalis.

Soumise à l'analyse, la vitelline présente la même composition que la fibrine ; mais on la distingue facilement de ce principe immédiat, parce qu'elle ne décompose pas l'eau oxygénée.

Pour obtenir la vitelline, on traite par l'eau froide le jaune d'œuf de poule ; l'albumine reste en dissolution dans l'eau, tandis que la vitelline se précipite. Ce corps, lavé à l'eau, à l'alcool et à l'éther, peut être considéré comme pur.

ICHTHINE.

L'ichthine est grenue, douce au toucher ; elle présente, jusqu'à un certain point, l'aspect de l'amidon.

Les grains d'ichthine sont insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther ; ils sont d'une transparence complète, et ne deviennent pas opaques lorsqu'on les maintient, même pendant longtemps, dans l'eau bouillante ; l'acide chlorhydrique les dissout sans produire de coloration violette : ces deux

dernières propriétés établissent des différences bien nettes entre l'ichthine, l'albumine et la vitelline.

Tous les acides concentrés opèrent la dissolution de l'ichthine ; quand ils sont étendus, ils n'agissent pas sur cette substance, à l'exception toutefois des acides acétique et phosphorique, qui dissolvent immédiatement les grains d'ichthine, même lorsqu'ils sont étendus d'une grande quantité d'eau.

Les dissolutions de potasse et de soude opèrent avec lenteur la dissolution de l'ichthine.

L'ichthine paraît insoluble dans l'ammoniaque.

Les grains d'ichthine, soumis à la combustion, ne laissent pas sensiblement de cendres.

La composition centésimale de l'ichthine est la suivante :

Carbone	51,0
Hydrogène	6,7
Azote	15,0
Phosphore	1,9
Oxygène	25,4
	100,0

L'ichthine se trouve en suspension dans le jaune d'œuf des poissons cartilagineux. Pour l'isoler, on fait écouler le jaune sans mélange dans une grande quantité d'eau distillée; les grains, étant plus denses que l'eau, tombent au fond du liquide. On les lave par décantation, puis on les débarrasse complétement des corps gras par des lavages successifs à l'alcool et à l'éther. Il reste, après ces traitements, une quantité considérable de grains, dont on peut obtenir facilement en quelques heures plusieurs centaines de grammes, et qui présentent sous le microscope tous les caractères d'une pureté absolue. (VALENCIENNES et FREMY.)

ICHTHIDINE ET ICHTHYLINE.

Les œufs de certains cyprinoïdes renferment deux principes immédiats différents de l'ichthine, et auxquels on a donné les noms d'*ichthidine* et d'*ichthyline*.

Ichthidine. — Ce corps forme des grains rectangulaires, qui sont solubles dans l'eau et dans les dissolutions salines.

Il n'a pas été possible d'isoler l'ichthidine à l'état de pureté, parce que lorsqu'on traite les ovules écrasés des cyprinoïdes par une petite quantité d'eau, les grains s'usent peu à peu, et disparaissent complétement au bout de quelques minutes. En outre, la présence dans ces œufs d'une substance nouvelle, l'*ichthyline*, rend cette séparation plus difficile encore. D'après M. Radlkofer, l'ichthidine est cristallisable.

Ichthyline.—L'ichthyline est pulvérulente et soluble dans les acides. Elle se rapproche de l'ichthine par ses caractères chimiques; mais elle diffère de cette dernière substance par ses propriétés physiques et par sa composition, qui présentent plutôt certains rapports avec celles de l'albumine.

Soumise à l'analyse, l'ichthyline a donné en effet les résultats suivants :

Carbone	52,5
Hydrogène	8,0
Azote	15,2
Phosphore	0,6
Soufre	1,0
Oxygène	22,7
	100,0

L'ichthyline se trouve en dissolution dans le liquide albumineux que l'on obtient en traitant les œufs écrasés des cyprinoïdes par une petite quantité d'eau. En augmentant la proportion d'eau, on détermine la précipitation de l'ichthyline, qui se rassemble, par l'agitation, sous la forme d'une masse sirupeuse et filante. Cette substance est ensuite purifiée par des traitements à l'alcool et à l'éther.

L'éther et l'alcool font perdre à l'ichthyline sa viscosité, et la rendent solide et pulvérulente. (MM. Valenciennes et Fremy.)

ÉMYDINE.

Les œufs de certaines espèces de chéloniens, la tortue de terre d'Alger (*Testudo mauritanica*) et la tortue d'eau douce (*Cistudo europæa*), sont formés d'un blanc gélatineux, peu abondant, à peine albumineux, enfermé dans les cellules de grandes membranes transparentes. Le jaune, très-riche en albumine, contient en outre une quantité considérable d'huile phosphorée et, de plus, des grains particuliers constituant un nouveau principe immédiat, qui a été nommé *émydine*.

L'émydine présente l'aspect de grains blancs arrondis ou un peu ovoïdes, couverts de petites rugosités, transparents, plus denses et plus durs que les grains d'ichthine. Les plus gros grains d'émydine extraits des œufs de la tortue mauritanique (*Testudo mauritanica*) ont 10 centièmes de millimètre. Ils sont enveloppés dans une membrane très-mince, qui paraît se déchirer quand on la comprime sous le microscope, et qui laisse voir, grâce à sa transparence, une sorte de noyau présentant la forme d'un hexaèdre. Ce noyau lui-même grossit peu à peu, ses angles s'effacent, et il finit par devenir sphérique. D'autres granules se crèvent en se boursouflant. On en voit de toutes grandeurs.

La potasse très-étendue dissout immédiatement l'émydine, tandis

qu'elle n'agit que lentement sur l'ichthine. L'acide acétique, qui dissout avec la plus grande facilité l'ichthine, gonfle simplement les grains d'émydine, mais ne les dissout pas. Ces caractères paraissent établir des différences très-nettes entre l'ichthine et l'émydine. Ses granules se dissolvent dans l'acide chlorhydrique bouillant, sans communiquer au liquide de coloration violette.

L'émydine, soumise à l'analyse, a présenté la composition suivante :

Carbone	49,4
Hydrogène	7,4
Azote	15,6
Oxygène Phosphore	27,6
	100,0

Cette substance paraît isomérique avec l'ichthine.

Les grains d'émydine laissent par l'incinération un résidu de sels calcaires qui ne dépasse jamais 1 centième.

Pour obtenir l'émydine, il faut traiter par l'eau le vitellus des œufs de chéloniens. On voit nager à la surface du liquide l'huile jaunâtre de l'œuf, et se précipiter de petits grains blancs. L'eau retient en dissolution l'albumine et les sels.

Les granules peuvent être facilement purifiés par des lavages à l'eau, à l'alcool et à l'éther. (MM. Valenciennes et Fremy.)

MATIÈRES GÉLATINEUSES.

La peau, les tendons, les os, la corne de cerf, etc., abandonnent à l'eau bouillante une substance qui a reçu le nom de *gélatine*.

Cette substance ne préexiste pas dans les différentes matières que nous venons de citer. Elle résulte de la transformation isomérique d'un corps nommé *osséine*, sous l'influence de certaines circonstances.

(MM. Verdeil et Robin.)

OSSÉINE.

Propriétés. — L'osséine est solide, jaunâtre, transparente et insoluble dans l'eau. Elle se putréfie rapidement au contact de l'air humide, et forme avec l'alumine, le peroxyde de fer, l'oxyde de mercure et le tannin, des composés inaltérables à l'air.

Lorsqu'on maintient en ébullition de l'eau dans laquelle on a ajouté des fragments d'osséine, cette substance se modifie lentement, et se dissout en se convertissant en gélatine. Cette transformation peut être rendue très-prompte en acidulant légèrement la liqueur. Elle s'opère sans que l'osséine change de composition et sans que son poids varie.

(M. Fremy.)

ANALYSE. — Nous donnons ici la composition de l'osséine, déduite des analyses faites par différents auteurs :

ORIGINE.	Colle de poisson.	Tendons de pied de veau.	Sclérotique.	Os de bœuf.	Os de bœuf.	Os de veau.	Os de hibou	Os de carpe	Colle de poisson.	Colle de poisson.
Carbone . . .	49,6	50,3	50,5	49,2	50,4	49,9	49,1	49,8	»	»
Hydrogène. .	6,9	7,2	7,1	7,8	6,5	7,3	6,8	7,1	»	»
Azote	18,8	18,3	18,7	17,9	16,9	17,2	»	»	»	»
Oxygène. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Soufre. . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	0,7	0,6
Observateurs :	M. SCHERER.			FREMY.					M. VERDEIL	M. SCHLIEPER

EXTRACTION. — Pour obtenir facilement l'osséine, il faut plonger les os dans de l'acide chlorhydrique étendu de 9 fois son volume d'eau, renouveler la liqueur au bout de quelques jours, et continuer ce traitement, en faisant usage d'un acide de plus en plus faible, jusqu'à ce que les os deviennent mous, élastiques et transparents. On les lave alors successivement avec de l'eau froide, puis avec de l'eau chaude, et lorsque l'eau de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent, on les traite par l'alcool et l'éther bouillants.

CONCHIOLINE.

Certaines espèces de coquilles, traitées par l'acide chlorhydrique, laissent pour résidu une matière organique fort remarquable, d'un aspect brillant et feutré, insoluble dans l'eau, dans l'alcool et l'éther, et qui résiste à l'action des acides étendus.

Cette substance, que l'on a nommée *conchioline* (du latin *concha*, coquille), est isomérique avec l'osséine, dont elle diffère cependant par plusieurs caractères importants.

Elle ne produit pas, comme l'osséine, de gélatine sous l'influence de l'eau bouillante; les acides et les alcalis concentrés ne la dissolvent que très-lentement.

La substance organique qui constitue l'axe corné des gorgones présente une grande analogie avec la conchioline; de même que cette dernière, elle ne donne pas de gélatine par son ébullition dans l'eau, et résiste pendant longtemps à l'action des acides et des alcalis.

(M. FREMY.)

GÉLATINE. $C^{13}H^{10}Az^2O^5$.

Propriétés. — Cette substance, qui porte souvent dans les arts le nom de *colle forte*, est incolore et transparente lorsqu'elle est pure; elle est remarquable par sa grande cohérence; elle est inodore, insipide, neutre aux réactifs colorés. Lorsqu'on la soumet à l'action de la chaleur, elle entre d'abord en fusion et se décompose ensuite, en répandant une odeur désagréable de corne brûlée.

La gélatine ne se dissout pas dans l'eau froide et ne fait que s'y ramollir; dans ce cas, elle s'hydrate et peut prendre jusqu'à six fois son poids d'eau.

Lorsqu'on abandonne la gélatine humide au contact de l'air, elle se putréfie rapidement en dégageant des vapeurs ammoniacales.

La gélatine est soluble dans l'eau bouillante; par le refroidissement, la solution aqueuse se prend en gelée : un liquide qui ne contient qu'un centième de gélatine peut former une gelée en se refroidissant. Cette gelée s'altère assez rapidement, surtout sous l'influence de la chaleur, et devient acide.

La gélatine n'est pas sensiblement soluble dans l'alcool; aussi ce liquide la précipite-t-il de sa solution aqueuse. Les dissolutions de gélatine sont précipitées par le chlore et donnent naissance à un précipité blanc, élastique, imputrescible, que l'on peut considérer comme une combinaison d'acide chloreux et de gélatine.

(M. Thenard, M. Mulder.)

Dans la réaction du chlore sur la gélatine, on peut obtenir les corps suivants :

$C^{13}H^{10}Az^2O^5,ClO^3$.
$(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^4,ClO^3$.
$(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^3,(ClO^2)^2$.

(M. Mulder.)

Si l'on fait bouillir pendant plusieurs heures une dissolution de gélatine, cette substance perd la propriété de se prendre en gelée; lorsqu'on traite par le chlore la gélatine ainsi modifiée, on obtient un précipité qui a pour formule $(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^5,(ClO^3)^3$ (M. Gondoever). Les alcalis peuvent aussi faire éprouver à la gélatine une modification qui lui fait perdre la propriété de se prendre en gelée.

La chaux se dissout plus facilement dans une eau chargée de gélatine que dans l'eau pure.

La gélatine peut se combiner avec quelques sels insolubles, et principalement avec le phosphate de chaux récemment précipité.

Quand on verse une dissolution de gélatine, mélangée d'alcali, dans une dissolution d'alun ou de sulfate de peroxyde de fer, il se produit des précipités contenant de la gélatine. (M. Mulder.)

Les alcalis et les acides ne paraissent pas contracter de combinaisons

avec la gélatine; mais si l'on fait digérer de la gélatine avec deux fois son poids d'acide sulfurique, et qu'on sature ensuite l'acide par du carbonate de chaux, on obtient, par l'évaporation de la liqueur, une substance cristalline nommée *sucre de gélatine* ou *glycocolle* (Braconnot). La formation du sucre de gélatine est toujours accompagnée d'une production de leucine.

Les alcalis concentrés donnent lieu aux mêmes produits.

Le sublimé corosif s'unit avec la gélatine et la précipite.

La dissolution de tannin précipite complétement la gélatine: c'est sur l'affinité du tannin pour les substances gélatineuses qu'est fondé le tannage des cuirs.

Outre l'emploi de la gélatine comme colle, elle a trouvé de l'usage dans l'art de la photographie.

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LA GÉLATINE.

L'action de l'acide chromique sur la gélatine donne de l'acide cyanhydrique, de l'acide benzoïque, de l'acide valérianique, de l'acide acétique, du valéronitrile et un nouveau corps, le *valéracétonitrile*.

Le valéracétonitrile $C^{26}H^{24}Az^2O^6$ est liquide, incolore et très-réfringent, d'une saveur éthérée et brûlante, d'une densité égale à 0,79. Il bout à 69°. Il est inflammable, assez soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

Sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, le valéracétonitrile se décompose en ammoniaque, acide valérianique et acide acétique, suivant l'équation.

$$\underbrace{2(C^{26}H^{24}Az^2O^6)}_{\text{Valéracétonitrile.}} + 16HO = 4AzH^3 + \underbrace{4C^{10}H^{10}O^4}_{\text{Acide valérianique.}} + \underbrace{3C^4H^4O^4}_{\text{Acide acétique.}}.$$

Le chlore et le brôme sont absorbés énergiquement par ce corps, et donnent lieu à des produits de substitutions cristallisables.

(M. Schlieper.)

D'après M. Fröhde, le valéracétonitrile n'est qu'un mélange de valéronitrile et d'acide benzoïque.

ACIDE COLLIQUE.

M. Fröhde a obtenu un autre produit par la distillation de la gélatine avec un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse; il a donné à ce produit le nom d'*acide collique*. On neutralise le produit distillé par du carbonate de soude, et l'on évapore presque à sec; puis on ajoute de nouveau de l'acide sulfurique étendu qui met en liberté les acides produits, parmi lesquels se trouve de l'acide benzoïque : celui-ci se

dissout lorsqu'on lave le mélange à l'eau bouillante, tandis que l'acide collique reste.

L'acide collique fond à 97°; à une plus haute température, il se sublime. Il se dissout facilement dans l'éther et difficilement dans l'eau chaude. Il possède une saveur acide et piquante.

Sa composition paraît être exprimée par la formule $C^{12}H^4O^4$, ce qui en fait un homologue inférieur de l'acide benzoïque.

L'aldéhyde de l'acide collique, ou hydrure de collyle, se rencontre aussi parmi les produits d'oxydation de la gélatine et des matières albuminoïdes. C'est une huile épaisse, incolore après rectification, mais rougissant promptement à l'air. Son odeur rappelle celle de l'essence de cannelle. Avec l'ammoniaque, elle donne une substance blanche cristalline, probablement analogue à l'hydrobenzamide.

M. Fröhde admet encore l'existence d'un autre acide parmi les produits d'oxydation de la gélatine; cet acide est probablement l'acide toluique $C^{16}H^8O^4$.

(M. A. Froehde, *Journ. für praktische Chem.*, LXXX, 344.)

SUCRE DE GÉLATINE.

Le sucre de gélatine que l'on obtient en traitant la gélatine par les alcalis ou par l'acide sulfurique ayant été traité (tome V, page 713), ainsi que son dérivé, l'acide glycolique (page 710), nous n'y reviendrons pas. Il nous reste pourtant à faire connaître encore l'acide homolactique, qui est isomérique avec l'acide glycolique, et qui a été découvert par M. Cloëz dans les eaux mères de la préparation du fulminate de mercure.

ACIDE HOMOLACTIQUE. $C^4H^3O^5,HO$.

L'acide homolactique est liquide, incolore et inodore, d'une densité égale à 1,197. Il est avide d'humidité, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il se décompose vers 200°, en dégageant des vapeurs blanches, qui se solidifient par le refroidissement. Il dissout le fer et le zinc.

Pour retirer l'acide homolactique des eaux mères qui ont donné le fulminate de mercure, il faut saturer ces eaux mères par le carbonate de chaux, filtrer et distiller la liqueur claire au bain-marie. Il passe dans le récipient de l'aldéhyde, des éthers formique, acétique et azoteux, tandis qu'il reste dans la cornue un liquide noir contenant de l'azotate, de l'acétate, du formiate et de l'homolactate de chaux.

Ce liquide, abandonné à l'évaporation spontanée, dépose tous les sels de chaux qu'il renferme, excepté l'azotate. On enlève le dépôt, on le lave avec de l'alcool, et, après l'avoir repris dans l'eau bouillante, on ajoute à la liqueur de l'acide oxalique dissous, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité d'oxalate de chaux. En filtrant ensuite la dissolution, la chauffant dans un appareil distillatoire, afin de chasser les acides

formique et acétique, décolorant par le noir animal le liquide sirupeux resté dans la cornue, le neutralisant ensuite par la chaux et l'évaporant nature convenablement, on obtient l'homolactate de chaux, qu'on purifie par de nouvelles cristallisations.

Ce sel, décomposé par l'acide oxalique, donne l'acide homolactique.

(M. Cloez.)

CHONDRINE. $C^{32}H^{26}Az^{4}O^{14}$.

Les cartilages, traités par l'eau bouillante, donnent une substance qu'on a longtemps confondue avec la gélatine, et dont la véritable a été déterminée par M. Müller, qui a donné à ce corps le nom de *chondrine*. La cornée de l'œil donne la même substance.

En faisant bouillir les cartilages avec des acides minéraux, M. Bœdecker a obtenu une matière sucrée réduisant les solutions alcalines de cuivre et d'argent. Cette matière sucrée est en outre fermentescible, et donne alors naissance à de l'alcool.

(MM. Fischer et Boedecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVII, 111.)

Propriétés. — La chondrine est solide, incolore ou légèrement jaunâtre; insoluble dans l'alcool, dans l'éther, et soluble dans l'eau bouillante.

Presque tous les acides précipitent la chondrine de sa dissolution aqueuse, ce qui n'a pas lieu pour la gélatine; le précipité est soluble dans un excès de réactif.

Les dissolutions de sulfate d'alumine, d'alun, d'acétate de plomb, de sulfate de fer, forment dans les dissolutions de chondrine des précipités volumineux: ces caractères établissent une distinction entre la chondrine et la gélatine. Cette dernière substance n'est pas précipitée par les sels que nous venons de citer. Le sublimé corrosif, par contre, qui précipite la gélatine, ne précipite pas la chondrine, ou y fait seulement naître un léger trouble.

L'infusion de noix de galle précipite la chondrine.

Par une longue ébullition, la solution de chondrine donne une substance soluble dans l'eau froide et présentant encore les caractères de la chondrine.

L'analyse de la chondrine a conduit, pour cette substance, à la formule $C^{32}H^{26}Az^{4}O^{14}$; néanmoins les chiffres de l'analyse ne diffèrent pas sensiblement de ceux que donne la gélatine, sauf pour l'azote.

La chondrine est soluble dans les alcalis. Traitée par la potasse en fusion, elle ne donne pas de tyrosine, et seulement fort peu de leucine.

La dissolution aqueuse de chondrine, traitée par le chlore, donne un précipité qui a pour formule $C^{32}H^{25}ClAz^{4}O^{14}$. (M. Schrader.)

Préparation. — La chondrine s'obtient en faisant bouillir pendant quarante-huit heures environ, avec de l'eau, les cartilages costaux

de l'homme ou du veau; on évapore la liqueur à consistance gélatineuse, et on la traite par l'éther, qui enlève les corps gras. (M. Muller.)

FABRICATION DE LA COLLE.

La gélatine est connue sous le nom de *colle forte*, lorsqu'on l'emploie dans les arts, et de *gélatine sèche*, lorsqu'on la destine à l'alimentation.

On extrait la colle et la gélatine des rognures de peaux, de certaines parties molles des animaux, des cornes, des sabots et des os.

Ces substances sont employées fraîches et sèches. Lorsque les tissus frais ne peuvent être traités immédiatement, on les immerge dans un lait de chaux pour prévenir leur fermentation : cette immersion dure quinze à vingt jours; on les expose ensuite à l'air pour les faire sécher et pour pouvoir les expédier facilement.

Ces substances ainsi préparées portent le nom de *colle-matière*. On les plonge dans l'eau pour les faire gonfler et leur enlever l'excès de chaux qui pourrait, au moment de l'extraction, réagir sur la colle. Lorsque ces matières ont été complétement débarrassées de chaux, on les porte dans une chaudière à double fond, mobile et trouée; la chaudière est munie d'un robinet entre les deux fonds. On emplit aux deux tiers environ la chaudière d'eau à 30°; on porte vivement la liqueur à l'ébullition; on brasse de temps en temps pour que la dissolution soit homogène, et lorsqu'une portion, mise à refroidir, se prend en gelée ferme, on soutire dans une chaudière voisine, dont la température doit être à peu près égale à 100°, pour que les substances étrangères à la colle puissent se déposer avant le refroidissement.

Après quatre ou cinq heures de repos, on introduit le liquide, au moyen d'un entonnoir muni d'un tamis destiné à retenir les impuretés, dans des moules de bois de sapin bien dressés et très-propres. Les moules doivent être complétement remplis et placés dans un atelier dallé, maintenu à une basse température.

La colle se prend dans l'espace de quinze à dix-huit heures. On transporte les moules dans un séchoir ouvert de tous côtés et garni de persiennes; on promène sur les parois des moules un couteau flexible et mouillé pour détacher la colle; on renverse le moule sur une table également mouillée, et le pain de gélatine s'y dépose. On le divise en plaques horizontales au moyen d'un fil de laiton disposé de manière que ces plaques soient toutes de la même épaisseur. On les étend sur des châssis garnis de cordes qu'on transporte sur des tasseaux fixés à des montants qui se trouvent dans le séchoir : ces châssis sont placés à 5 ou 6 centimètres de distance les uns des autres, et, pour rendre la dessiccation plus égale, on retourne les feuilles trois ou quatre fois par jour.

Le séchage de la colle est la partie la plus délicate de cette fabrication. Si, dans les premiers moments de l'exposition de la gélatine sur les châssis, la température atmosphérique est trop élevée, la gelée coule et

abandonne les filets; par des temps de gelée, les feuilles se fendent et se déforment; une influence électrique peut occasionner de grandes pertes; un vent sec et chaud dessèche trop promptement et fait tendiller les feuilles; un brouillard qui s'introduit dans le séchoir altère la surface de la colle. Pour prévenir tous ces accidents, on ne fabrique guère qu'à l'automne ou au printemps, et, dans tous les cas, on fait usage des persiennes qui garnissent le séchoir.

Les feuilles, amenées au point d'être facilement maniables, sont transportées dans une étuve où elles acquièrent le degré de dessiccation convenable. Il suffit alors de les lustrer en les plongeant dans de l'eau chaude, en les frottant avec une brosse mouillée, et de les reporter pendant quelques heures dans une étuve.

La *colle-matière* ne s'est pas dissoute entièrement dans l'eau. Après un premier soutirage, on verse de l'eau chaude sur le résidu; on fait bouillir de nouveau, et l'on procède pour cette seconde dissolution comme pour la première. Le résidu est encore soumis à une troisième ébullition, puis porté à la presse. La liqueur est clarifiée avec $\frac{1}{600}$ d'alun; elle est ramenée ensuite à une densité convenable, et est employée comme première eau à une nouvelle opération.

On pourrait se dispenser de ces trois opérations successives, en employant pour la dissolution de la colle-matière une plus grande quantité d'eau qu'on ferait évaporer; mais on remarque que, par ce procédé usité dans beaucoup de fabriques, on obtient une colle d'une qualité inférieure. La gélatine, comme le sucre, paraît s'altérer par une longue ébullition. La colle qui en provient est hygrométrique, et si, sous ce rapport, elle convient à quelques industries, telles que la chapellerie, elle ne pourrait être employée efficacement dans les arts où elle doit agir en raison de sa ténacité et de son inaltérabilité à l'air.

M. Stenhouse a obtenu de la colle des cuirs d'empeigne (environ 25 pour 100) en les soumettant à l'action de la chaux hydratée et d'une grande quantité d'eau, sous une pression de 2 atmosphères; dans les mêmes circonstances, le cuir de semelle n'a pas produit de gélatine: cette différence tient évidemment au mode de tannage de ces cuirs, car, tandis que le cuir d'empeigne est tanné rapidement, le cuir de semelle reste de six à dix-huit mois dans la fosse.

Nous donnerons ici:

1° Le rendement des *colles-matières* les plus employées.

Brochettes (pellicules minces que le mégissier enlève sur les peaux)	44 à 45 pour 100.
Buénos-Ayres (rognures de cuirs étrangers)	56 à 60
Patins (gros tendons que l'on enlève avec des petits os derrière les quatre jambes du bœuf)	35
Nerfs (tendons tirés des jambes et des parties charnues des chevaux)	15 à 18
Rognures des parcheminerie	62

Surons d'indigo (peaux épaisses qui servent à emballer l'indigo)	50 à 55 pour 100.
Peaux de têtes de veau	44 à 48
Rognures des tanneries	38 à 42
Cuirs d'empeigne	25

2° La liste des colles que l'on trouve dans le commerce, en les rangeant d'après leur ordre de ténacité :

Colle Payen, première cuite;
Colle forte des os;
Colle Payen, deuxième cuite;
Colle façon anglaise;
Colle Payen, troisième cuite;
Colle de Flandre blonde, ou de Hollande;
Colle de Givet, façon anglaise;
Colle façon Givet ;
Colle de Paris ou des chapeliers.

COLLE D'OS.

Lorsqu'on maintient pendant quelque temps un os dans une dissolution d'acide chlorhydrique, il devient flexible, mou et transparent; dans cette immersion, l'acide dissout les sels calcaires, et laisse à nu la substance gélatineuse, qui peut ensuite se transformer en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante. C'est sur cette réaction chimique qu'est basée l'extraction de la gélatine des os, qui a été pratiquée en grand par d'Arcet.

Les os destinés à la fabrication de la colle sont lavés, cassés au moyen d'une hachette, ou divisés au moyen de cylindres mus par une machine à vapeur, comme cela s'exécute dans certaines fabriques; les os sont portés ensuite à l'ébullition dans l'eau, afin d'en extraire la graisse, qui vient surnager à la surface du liquide.

Ces os ainsi dégraissés sont mis en digestion pendant vingt-quatre heures dans des baquets contenant de l'acide chlorhydrique ramené à la densité de 6°; on réitère cette opération jusqu'à ce qu'on ait employé un poids d'acide à 22° égal à celui des os. Cette première opération dure à peu près dix heures ; les eaux de lavage sont déversées sur d'autres baquets, jusqu'à ce que l'acide soit entièrement saturé.

Les os, privés des sels calcaires, sont lavés avec soin pour leur enlever l'acide qu'ils peuvent retenir: à cet effet, on les immerge souvent dans de l'eau de chaux ou dans une dissolution de carbonate de soude. On les porte ensuite dans une chaudière de fonte, où on les épuise par trois ébullitions successives : on n'emploie dans ce traitement qu'une quantité d'eau assez faible pour qu'il soit inutile de faire évaporer. La liqueur est soutirée dans un cuvier; il s'y forme un précipité abondant; on transvase la liqueur dans des moules doublés de plomb, et l'on procède comme

pour la fabrication de la colle de peau. Lorsqu'on opère avec soin, on obtient une colle qui peut être comparée à la meilleure colle de peau. Les cornillons et les os de la tête donnent 22 ou 23 pour 100 de colle ; les autres parties osseuses n'en rendent que 14 ou 15.

Dans les localités où l'on ne se procure pas facilement l'acide chlorhydrique, on procède à l'extraction de la gélatine en soumettant les os à la vapeur à haute pression dans un autoclave ou marmite de Papin ; mais on n'obtient par ce procédé que 15 pour 100 de colle d'une qualité inférieure; à la vérité, les os, privés d'une partie de leur graisse et de leur substance gélatineuse, sont employés à la fabrication du noir animal.

Pour la préparation de la gélatine alimentaire, d'Arcet a proposé un appareil dans lequel les os sont placés dans un cylindre à mailles grillées et ne sont en contact qu'avec de la vapeur qui ne doit pas dépasser 106°. On évite ainsi la production d'ammoniaque.

Les os de bœuf sont les seuls qu'on doive employer pour la préparation de la gélatine alimentaire ; ceux de porc, de veau et de mouton donnent un bouillon qui retient une écume noirâtre et qui présente une saveur de suif et une apparence laiteuse.

On trouve dans le commerce une colle forte, blanche, transparente, insipide, en feuilles extrêmement minces, qui porte le nom de *grenétine*, et qui est fabriquée par M. Grenet, de Rouen. Ce fabricant extrait cette colle de peaux de jeunes animaux et des cartilages du veau.

Cette gélatine est préparée avec beaucoup de soin ; elle provient de matières fraîches : aussi peut-elle être employée avec toute sécurité dans l'alimentation, pour le collage des vins, au lieu de colle de poisson.

COLLE FORTE LIQUIDE.

On fait usage depuis quelque temps d'une colle dite *colle forte liquide*, que l'on prépare en faisant dissoudre au bain-marie 1 kilogramme de colle de Givet dans 1 litre d'eau, et en ajoutant ensuite dans la dissolution 200 grammes d'acide azotique à 36°.

Cette colle reste liquide et peut être employée immédiatement.

ICHTHYOCOLLE (COLLE DE POISSON).

On donne le nom de *colle de poisson* à une substance gélatineuse qu'on retire de la vésicule aérienne de l'esturgeon, dont on enlève la peau extérieure. On la livre assez souvent au commerce en plaques minces, sèches, difficiles à diviser ; on lui donne aussi la forme de *tablette* ou de *lyre*. Cette substance est soluble dans l'eau ; elle se combine avec le tannin, l'acide gallique et plusieurs oxydes métalliques, en formant des précipités insolubles. Les acides coagulent la colle de poisson, qui entraîne alors avec elle toutes les substances tenues en suspension dans le liquide ;

aussi s'en sert-on pour la clarification des vins blancs, de la bière, etc. Pour conserver à la colle de poisson sa blancheur, on l'expose à la vapeur de l'acide sulfureux : ce procédé n'est peut-être pas sans inconvénient, car l'ichthyocolle retient assez longtemps l'odeur de soufre brûlé.

L'ichthyocolle, traitée par l'acide sulfurique étendu, donne du sulfate d'ammoniaque et une matière sucrée qui se dédouble, sous l'influence des ferments, en acide carbonique et en alcool. (M. Gerhardt.)

La colle de poisson est employée pour certaines impressions de tissus, pour la préparat on du carmin et pour la clarification des liqueurs. Pour être propre à ces différents usages, elle doit être divisée au moyen d'une forte percussion avec un marteau ou avec un pilon dans un mortier de fer.

On la place ensuite dans un vase, on l'arrose avec de l'eau froide, qui la fait gonfler en lui faisant perdre sa cohésion. Lorsqu'elle présente un aspect gélatineux, ce qui a lieu au bout de vingt-quatre heures, on la manie avec les mains ; on continue à la mouiller avec de l'eau, du vin ou de la bière, et lorsqu'elle est presque liquide, on la passe à travers un linge avec une forte torsion ; on l'étend ensuite, suivant l'usage auquel on la destine.

Usages de la colle. — Les usages de la colle sont fort nombreux. On se sert de cette substance dans la menuiserie, les apprêts des tissus, la peinture, la préparation du papier, la clarification du vin, la confection des capsules pharmaceutiques, des perles fausses, du papier glacé, des fleurs artificielles, des pains à cacheter, des taffetas adhésifs, des rouleaux d'imprimerie ; dans le moulage des pierreries et des écailles factices, et dans le raccommodage des porcelaines.

La porcelaine se raccommode avec une dissolution gélatineuse de colle de poisson dans l'acide acétique cristallisable : on enduit de cette colle les surfaces de rupture, que l'on applique ensuite l'une contre l'autre en comprimant pendant quelque temps.

CHITINE.

La substance organique qui constitue en grande partie le squelette tégumentaire des crustacés est, comme on sait, identique avec celle qui forme le squelette tégumentaire et les élytres des insectes. M. Odier lui a donné le nom de *chitine*. D'après les recherches de M. Lassaigne, la peau des vers à soie est aussi composée de chitine.

Propriétés. — Cette substance est une des matières les plus remarquables de l'organisation animale par ses propriétés et sa composition. Elle est solide, transparente, d'aspect corné, insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Les acides étendus et les alcalis n'exercent sur

elle aucune action; on peut la considérer comme une des substances organiques les plus inaltérables que l'on connaisse. D'après MM. Lehmann et Schmidt, la chitine est azotée. Ce dernier chimiste l'envisageait comme une combinaison de cellulose et d'une matière protéique; telle est aussi l'opinion de M. Peligot. Mais d'après M. Fremy, elle ne contient pas d'azote; soumise à l'analyse, elle a présenté la composition suivante qui est celle de la cellulose:

Carbone	6,7
Hydrogène	43,4
Oxygène	49,9
	100,0

(M. Fremy.)

La chitine, calcinée avec un mélange de chaux et de soude, n'a pas dégagé d'ammoniaque.

Ces analyses démontrent que la chitine n'est pas azotée, et que sa composition correspond à celle de la cellulose, c'est-à-dire qu'elle peut être représentée par du carbone et de l'eau. Toutefois la chitine diffère essentiellement des corps neutres non azotés; car, soumise à l'action des acides concentrés ou étendus, elle ne produit pas de glucose, et, traitée à froid par l'acide azotique fumant, elle n'éprouve aucune altération, et ne produit pas de composé comparable à la pyroxyline.

Les acides concentrés la transforment en un acide incristallisable, comparable à l'acide métapectique.

L'acide azotique bouillant la décompose, en la changeant finalement en acide oxalique.

D'après les dernières recherches de M. Städeler (*Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 12), la chitine serait azotée, mais la partie azotée n'est pas une substance protéique comme le pensait M. Schmidt, car elle ne fournit pas de tyrosine par un traitement par les alcalis. M. Städeler envisage la chitine comme un glucoside qui, sous l'influence des acides ou des alcalis, donne du sucre. Il lui assigne la formule $C^{18}H^{15}AzO^{12}$; en absorbant de l'eau, le dédoublement s'opère, et il se produit du sucre et probablement un corps offrant la composition de la lactamide.

La chitine pure se dissout, suivant M. Peligot, dans la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre ; d'après M. Städeler, au contraire, elle ne cède rien à ce réactif: on voit que ces questions ont encore besoin d'être élucidées.

Préparation. — La préparation de la chitine ne présente aucune difficulté; elle s'opère de la manière suivante :

Les différentes parties du squelette tégumentaire d'un crustacé sont traitées d'abord à froid par de l'acide chlorhydrique étendu d'eau, de

manière à dissoudre complétement les sels calcaires qui se trouvent à la surface du test; on lave le résidu à l'eau distillée, et on le fait bouillir pendant plusieurs heures avec une dissolution de potasse, qui dissout les substances albumineuses adhérentes au test, et qui n'exerce pas d'action sur la chitine. (M. Fremy.)

Cette substance est de nouveau lavée à l'eau distillée, puis purifiée au moyen de l'alcool et de l'éther.

On peut l'obtenir encore en épuisant les élytres des hannetons successivement par l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide acétique et les alcalis bouillants ; le résidu, inattaquable par les dissolvants, constitue la chitine, et a conservé la forme des élytres.

LIMACINE.

Braconnot a désigné sous ce nom une substance qu'il avait obtenue en faisant bouillir les limaces avec de l'eau. En évaporant la liqueur mucilagineuse obtenue, et reprenant le résidu par un peu d'eau froide, puis par de l'eau bouillante, la liqueur filtrée bouillante laisse déposer par le refroidissement la limacine à l'état d'une matière blanche opaque.

La limacine est soluble dans l'eau chaude et un peu dans l'eau froide. Abandonnée à elle-même à l'état hydraté, elle se putréfie facilement.

Les alcalis la dissolvent, et la solution donne avec les acides un précipité soluble dans un excès d'acide. L'acide chlorhydrique la dissout sans se colorer en bleu, comme cela a lieu pour les matières albuminoïdes.

Le tannin, le bichlorure de mercure, l'acétate de plomb, le sulfate de fer et l'acétate de cuivre précipitent la solution aqueuse froide de limacine. (Braconnot.)

FLUIDES ANIMAUX ET FONCTIONS ANIMALES.

L'entretien de la vie chez l'homme et chez les animaux exige l'accomplissement d'un certain nombre de phénomènes chimiques qui se passent dans toutes les parties du corps, mais plus spécialement dans le tube intestinal, dans le poumon, dans les glandes et dans le sang, et qui entretiennent les principales fonctions de la vie : la respiration, la digestion et les sécrétions.

Les aliments, introduits dans les voies digestives, y sont modifiés, puis portés dans la circulation. L'air introduit dans le poumon abandonne son oxygène, qui passe dans le sang pour y brûler les principes alimentaires provenant de la digestion, et les rendre aptes aux phénomènes de la nutrition de nos organes.

Comme on le voit, les fonctions de la digestion, de la respiration, de la circulation et de la nutrition se trouvent étroitement liées les unes aux autres. L'air et les produits de la décomposition des aliments arrivent dans le sang, qui les répand ensuite dans l'économie animale; et c'est également du sang que dérivent toutes les sécrétions et les excrétions. Ces considérations nous détermineront, dans l'exposé qui va suivre, à tracer d'abord les propriétés chimico-physiologiques du sang. Après cette étude préliminaire, se placeront tout naturellement les phénomènes de la respiration, de la digestion et de la nutrition, ainsi que les phénomènes secondaires qui s'y rattachent.

SANG.

Propriétés. — Le sang de l'homme, des mammifères et des oiseaux, est un liquide alcalin, rouge brun ou rouge écarlate, un peu épais et visqueux, d'une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau. Il a une saveur saline repoussante et une odeur fade particulière, caractéristique chez quelques animaux. Sa température est la même que celle du corps.

Sang veineux et sang artériel. — Il faut distinguer le sang qui circule dans les veines de celui qui circule dans les artères. Le premier, le *sang veineux*, est d'un rouge brun; son odeur est plus faible que celle du *sang artériel;* sa pesanteur spécifique est un peu plus considérable. Le sang artériel est d'un rouge plus vif que le sang veineux, et sa température est un peu plus élevée. Le sang artériel doit sa couleur au contact de l'air atmosphérique; il circule dans les veines pulmonaires, dans

les cavités gauches du cœur et dans les artères; le sang veineux circule dans les veines, dans les cavités droites du cœur et dans les poumons. Ces deux sangs diffèrent encore l'un de l'autre par la composition des gaz qu'ils tiennent en dissolution; le sang artériel contient plus d'oxygène, et le sang veineux plus d'acide carbonique. Nous aurons l'occasion de revenir avec plus de détails sur ces circonstances, quand nous nous occuperons des gaz contenus dans le sang.

Par le repos, le sang se sépare en deux parties distinctes : on dit qu'il se *coagule*. La partie liquide, appelée *sérum*, est transparente et jaunâtre; l'autre, le *caillot*, est d'un rouge plus ou moins foncé, et constitue une masse molle et opaque.

Dans l'état de vie, le sang doit être considéré comme formé d'une partie liquide, le *plasma*, et d'une partie solide, les *globules*, qui sont en suspension dans le plasma et sont entraînés avec lui dans le torrent circulatoire. C'est à la fibrine dissoute dans le plasma qu'est due la coagulation du sang.

Le plasma tient en dissolution quatre ordres de composés qui se retrouvent tous dans tous les aliments complets; ce sont : 1° des *substances albuminoïdes* (fibrine, albumine, etc.), qui servent à la rénovation des tissus; 2° un *principe sucré* ou un dérivé de ce principe; 3° des *matières grasses*, qui, avec le principe sucré, servent à la respiration et à l'entretien de la chaleur animale; 4° enfin, des *principes minéraux*, notamment du *fer*.

Alcalinité du sang. — Rouelle démontra, en 1776, que l'alcalinité du sang était due à de la soude. Cette propriété est essentielle au sang pour qu'il puisse servir à l'accomplissement des phénomènes de la vie. On n'a jamais vu ce liquide présenter une autre réaction. On ne peut pas parvenir, à l'aide d'injections directes, à rendre le fluide sanguin acide; la vie cesse longtemps avant qu'on soit arrivé à ce résultat.

Couleur du sang. — La couleur du sang présente quelques variations chez les animaux placés au bas de l'échelle zoologique. Il est d'un rouge pur foncé chez les reptiles et d'une couleur bleuâtre chez les poissons. Parmi les animaux sans vertèbres, les sangsues ont seules le sang rouge. Il est incolore chez certains mollusques (biphores) et légèrement nuancé et bleu lactescent dans d'autres (gastéropodes). Chez les insectes, le sang du vaisseau dorsal est transparent et offre une teinte verdâtre dans plusieurs orthoptères; il est jaune dans le ver à soie, orangé dans la chenille du saule; il est brun foncé dans la plupart des coléoptères. Dans les échinodermes, le sang est jaunâtre ou orangé. (TIEDEMANN.)

Chez l'homme et les animaux à sang chaud, on distingue, quant à la couleur, deux espèces de sangs, qui sont, comme nous l'avons vu plus haut : 1° le sang artériel, d'un rouge vermeil; 2° le sang veineux, d'un brun foncé. Cette coloration spéciale des deux sangs ne commence

qu'après la naissance, lorsque la respiration s'effectue. Pendant la vie *intra-utérine*, le sang est de la même couleur dans le système artériel et dans le système veineux, et la rougeur qu'il présente est d'une teinte intermédiaire entre celles que présentent le sang veineux et le sang artériel chez l'adulte.

Pesanteur spécifique du sang. — Le sang est plus dense et plus visqueux chez les animaux à sang chaud que chez ceux à sang froid. La densité et la viscosité du sang peuvent varier dans certaines limites par l'effet de l'alimentation, des hémorrhagies, des émissions sanguines, etc. Bien plus, les portions différentes d'une même saignée peuvent offrir des densités différentes. Ces circonstances expliquent la diversité des nombres donnés par les observateurs. Toutefois, à 15°, la pesanteur spécifique du fluide sanguin de l'adulte varie ordinairement entre 1,050 et 1,058. Cette densité est en général plus élevée chez l'homme que chez la femme. Pendant la grossesse, elle diminue encore, et n'est plus que de 1,045 à 1,046. Chez le fœtus, la pesanteur spécifique du sang de l'artère ombilicale est égale à 1,075. (M. Ch. Denis.)

Les phénomènes de la circulation sont d'autant plus faciles et plus compatibles avec l'état de santé, que le sang est plus dense. Quand ce fluide perd sa viscosité et devient plus aqueux, il s'imbibe dans les tissus et ne circule que très-difficilement dans les capillaires.

(Magendie.)

Odeur du sang. — L'odeur du sang serait caractéristique dans chaque espèce animale, suivant quelques observateurs, et elle serait plus marquée chez le mâle que chez la femelle. Cette odeur spéciale se développe et s'exalte en traitant le sang par l'acide sulfurique. Ce caractère, dont M. Barruel a essayé de tirer parti dans la médecine légale, est d'une valeur généralement contestée.

Température du sang. — La chaleur du sang prise dans le cœur est, chez l'homme et les mammifères, environ de 38° à 40°. Chez les oiseaux, elle est plus élevée de 4° ou 5°. L'exercice, la digestion, augmentent la chaleur du sang ; le repos, l'abstinence, la diminuent. Les expériences de J. Davy, Becquerel et Breschet, Mayer et Saissy, tendent à établir que la chaleur du sang artériel dans le cœur est plus élevée de 1° $\frac{1}{8}$ que celle du sang veineux.

On a reconnu que la chaleur du sang augmente avec sa densité.

EXAMEN MICROSCOPIQUE DU SANG.

Quand on observe, sous le microscope, la circulation dans la membrane natatoire de la patte d'une grenouille, ou dans la membrane de l'œil d'une chauve-souris vivante, on constate que le sang ainsi vu en

mouvement est formé par un fluide incolore dans lequel nagent des corpuscules colorés appelés *globules du sang*.

Le liquide dans lequel ces corpuscules sont tenus en suspension pendant la vie est une dissolution d'albumine, de fibrine et de sels, nommée *liquor sanguinis*. Ces globules, invisibles à l'œil nu, à cause de leur ténuité, donnent au sang sa couleur rouge caractéristique. Indépendamment de ces corps, le fluide sanguin peut encore tenir en suspension des globules de graisse et des corpuscules de la lymphe et du chyle.

GLOBULES DU SANG.

Les *globules du sang* existent dans le sang de tous les animaux vertébrés. Chez l'homme et la plupart des mammifères, ils sont circulaires, aplatis en forme de disque et renflés sur les bords. Chez les oiseaux et les reptiles, ils sont elliptiques et également aplatis. Il existe deux sortes de globules du sang. Les uns, colorés, sont beaucoup plus nombreux, demi-transparents et d'une couleur jaunâtre, quand ils sont isolés; ils offrent une couleur rougeâtre, quand il y en a plusieurs réunis ensemble; les autres sont incolores et beaucoup plus petits.

Globules rouges du sang. — La forme des globules rouges du sang influe sur la coloration de ce liquide. Le sang paraît clair lorsque, par leur contraction, les globules présentent deux faces semblables à des miroirs concaves. Il paraît plus coloré quand les globules prennent la forme de miroirs convexes, et répandent ainsi la lumière dans la masse entière du liquide. En effet, si l'on enlève de l'eau aux globules en faisant agir sur eux une dissolution alcaline ou sucrée, le sang devient d'un rouge clair. Si, au contraire, on traite le sang par les acides, l'eau ou l'éther, qui gonflent les globules et les rendent sphériques, la masse entière prend une coloration foncée. Cependant la forme des globules n'est pas la seule cause de ce changement de teinte du sang, car chez les animaux amphibies, où les globules sont toujours biconvexes, les alcalis et le sucre rendent le sang d'un rouge clair. On a reconnu, en outre, que les matières grasses et les globules lymphatiques, qui se trouvent parfois disséminés entre les globules sanguins, font paraître le sang d'un rouge vif, en réfractant la lumière.

Les globules du sang sont quelquefois dentelés ou crénelés. Cette forme ne doit être attribuée qu'à la contraction de l'enveloppe extérieure, résultant, soit de l'évaporation du liquide qu'elle renferme, soit de l'influence des sels alcalins. En effet, le sang nouvellement extrait, même chez des individus malades, ne présente jamais de pareils globules.

Le diamètre des globules circulaires colorés du sang varie dans les différentes espèces animales. Chez l'homme, il est de 1/120e de millimètre. Dans les animaux à globules elliptiques, il se présente également des différences relatives au volume. Chez tous les animaux, les globules

du sang, quels que soient leur forme et leur volume, représentent des corpuscules lisses, flexibles et élastiques, ce qui leur permet de pouvoir circuler en glissant facilement les uns sur les autres, et de s'allonger temporairement pour traverser des capillaires plus étroits que leur diamètre ordinaire.

ANIMAUX A GLOBULES CIRCULAIRES.

	Diamètre en fraction de millimètre.
Homme	1/120
Singes divers, chien, lapin, cochon, hérisson, cochon d'Inde, muscadin	1/150
Ane, chat, souris grise, souris blanche	1/170
Mouton, oreillard, cheval, mulet, bœuf	1/290
Chamois, cerf	1/218
Chèvre	1/288
Escargot des vignes	1/100

ANIMAUX A GLOBULES ELLIPTIQUES.

	Grand diamètre.	Petit diamètre.
Dromadaire, alpaca	1/125	1/220
Orfraie, pigeon, dinde, canard	1/75	1/100
Poulet	1/80	1/100
Paon, oie, corbeau, moineau, chardonneret	1/86	1/100
Mésange	1/100	1/150
Tortue terrestre	1/48	1/77
Vipère	1/60	1/100
Orvet	1/66	1/115
Couleuvre	1/50	1/100
Lézard gris	1/66	1/110
Salamandre	1/30	1/55
Grenouille commune	1/45	1/75
Lotte, véron, dormille	1/75	1/125

Quand le sang circule dans les vaisseaux, les corpuscules du sang paraissent simples et homogènes ; mais dès qu'ils sont sortis au dehors de la veine, on aperçoit une tache centrale, et l'on voit sur leurs deux faces un bombement qui y correspond : c'est ce qu'on appelle le *noyau* du globule sanguin.

Au point de vue de la constitution physique, le globule du sang est composé d'une enveloppe extérieure qui renferme le noyau, d'une substance albumineuse (hématocristalline) et de la matière colorante.

Lorsque les globules du sang sont conservés dans le sérum ou dans un liquide albumineux, ils ne s'altèrent que très-lentement ; mais si l'on ajoute de l'eau, il se produit un phénomène d'endosmose en vertu duquel l'eau, pénétrant dans l'enveloppe du globe, le distend et donne au cor-

puscule une forme sphérique. Dans cet état, on voit que le noyau intérieur devient de plus en plus apparent à mesure que l'enveloppe pâlit et que la matière colorante se répand dans le liquide.

Par suite d'un phénomène d'endosmose, analogue à celui qui vient d'être signalé, les globules peuvent perdre, pendant la circulation du sang, une certaine quantité de liquide qui est remplacé par la *liquor sanguinis*. Aussi leur densité est-elle très-variable ; elle augmente lorsque les globules perdent une partie des sels solubles ou de la matière albumineuse qu'ils renferment, ou bien quand la liqueur absorbée est moins aqueuse que celle qui se trouvait dans leur intérieur. La densité des globules diminue au contraire lorsque la proportion des matières grasses qu'ils contiennent augmente, ou bien quand ils absorbent de l'eau provenant d'une dilution artificielle du sang.

EXAMEN CHIMIQUE DES GLOBULES DU SANG.

Globules rouges. — L'enveloppe et le noyau du globule rouge du sang se dissolvent en entier dans les alcalis caustiques, tels que la potasse, la chaux, l'ammoniaque, la soude ; l'enveloppe seule du globule est dissoute par l'eau, par les acides phosphorique, oxalique, citrique, acétique. Ce dernier acide finit cependant par dissoudre le noyau si l'on élève la température à 30°. Les globules ne sont pas dissous, mais au contraire crispés et racornis par les acides sulfurique, azotique, par l'alun et par le chlore. Enfin ils se conservent sans se dissoudre et sans s'altérer sensiblement dans l'eau albumineuse, l'eau sucrée et l'eau gommée, dans les acides borique, carbonique, dans l'azotate et le sulfate de potasse, dans l'azotate et le sulfate de soude, dans le chlorure de sodium, etc.

L'oxygène, qui rougit fortement le sang, et l'acide carbonique, qui fait passer au rouge brun le sang rougi par l'oxygène, agissent probablement, le premier en dilatant les globules, le second en les contractant.

Les globules ne traversent pas les filtres de papier sur lesquels on jette le sang, lorsque ce liquide est additionné de sulfate de soude ou d'azotate de potasse. On s'est servi de cette propriété dans l'analyse, pour séparer les globules du sang et pouvoir les doser par une simple pesée. Le dosage des globules par cette méthode doit être exécuté rapidement, car peu de temps après l'addition des sels alcalins, les globules se rassemblent en grumeaux, deviennent d'un rouge foncé et traversent ensuite le filtre.

L'oxygène retarde le passage des globules au travers du papier.

Membrane enveloppant les globules. — L'enveloppe des globules est d'un blanc grisâtre et insoluble dans l'eau chargée d'azotate de potasse. L'acide acétique et les dissolutions alcalines étendues la convertissent en une gelée incolore. Elle présente avec les acides azotique et chlorhydrique les caractères des substances albumineuses.

L'hématocristalline, extraite comme il a été dit précédemment, renferme toujours des fragments de la membrane enveloppante des globules, que l'on peut isoler en lavant l'hématocristalline avec de l'alcool, jusqu'à ce que l'alcool de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent, et en épuisant le résidu de ce traitement par l'éther, qui dissout seulement l'hématocristalline.

Matières grasses contenues dans les globules. — Les globules colorés du sang renferment de 18 à 26 pour 100 de substances grasses, qui sont de l'oléine, de la margarine, de la cholestérine, des oléates, des margarates et des phosphoglycérates alcalins, notamment de potasse.

Ces diverses matières grasses se rencontrent en plus forte proportion dans les globules du sang artériel que dans ceux du sang veineux.

Substance albuminoïde des globules. — La matière albumineuse que renferment les globules a été nommée *hématocristalline*. Ses propriétés ont déjà été examinées.

Les globules contiennent de 18 à 26 pour 100 d'hématocristalline.

Matière colorante du sang. — La matière colorante du sang a reçu le nom d'*hématosine*. Sa dissolution, mêlée à des corps albumineux, prend par l'agitation, au contact de l'oxygène, une teinte rouge qui se rapproche de celle du sang artériel, mais qui se modifie rapidement; on peut l'évaporer au-dessous de 50° sans qu'elle se modifie; elle laisse alors pour résidu une masse noire, susceptible de se pulvériser, et qui peut être maintenue pendant plusieurs heures à 100°, sans perdre sa solubilité dans l'eau. La dissolution d'hématosine, portée à la température de 75°, se coagule à la manière du sérum; si elle est très-concentrée, le liquide coloré qui surnage le coagulum, séparé de ce dernier, se coagule à son tour.

Le chlore décolore la dissolution d'hématosine; l'alcool la coagule comme la chaleur; les acides agissent de la même manière; les acides et les alcalis se combinent avec elle.

La dissolution de l'hématosine dans l'alcool ammoniacal, évaporée au bain-marie, donne une masse d'un rouge noirâtre, ayant l'aspect métallique.

L'hématosine a pour formule $C^{44}H^{21}Az^{3}O^{6}Fe$; elle est insoluble, soit à chaud, soit à froid, dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles grasses ou volatiles; cependant elle se dissout à chaud dans l'essence de térébenthine et l'huile d'olive.

L'eau, l'alcool, contenant une très-petite quantité d'ammoniaque, de potasse ou de soude caustique, donnent avec l'hématosine des dissolutions d'un rouge de sang; un excès d'alcali modifie à chaud l'hématosine; l'alcool faible, chargé de sulfate de soude, dissout la matière colorante du sang. L'acide azotique détruit l'hématosine à chaud; elle donne, par la distillation sèche, les mêmes produits que les matières

azotées. Quand elle est parfaitement pure, elle ne laisse d'autres cendres que du peroxyde de fer.

ORIGINE DE L'HÉMATOSINE.	OXYDE DE FER en centièmes.	FER en centièmes.	NOMS des observateurs.
Sang humain	10,00	6,93	LECANU.
Sang de bœuf	12,85	8,90	LECANU.
	11,50	7,97	F. SIMON.
Sang artériel de bœuf	9,60	6,66	MULDER.
Sang veineux de bœuf	9,62	6,75	MULDER.
Sang de mouton	9,30	6,45	MULDER.
Sang de poule	8,34	5,78	LECANU.

M. F. Simon a retiré du sang une matière colorante qu'il a appelée *hémaphœine*, et qui est soluble dans l'eau et dans l'éther.

M. Sanson en a retiré une matière colorante bleue, l'*hémacyanine*, insoluble dans l'alcool, l'éther et l'eau froide, soluble dans l'alcool bouillant.

Dans certaines circonstances, encore mal déterminées, l'hématosine du sang épanché perd son fer, s'assimile 1 équivalent d'eau, et se convertit en une matière cristalline de couleur rouge, qui a été nommée *hématoïdine*. (M. ROBIN.)

Pour obtenir l'hématosine, on prend du sang parfaitement défibriné par le battage, et l'on y ajoute peu à peu de l'acide sulfurique étendu, jusqu'à ce qu'il se prenne en une bouillie épaisse, brunâtre. Cette masse est délayée dans un peu d'alcool et jetée sur une toile pour la laisser égoutter ; on la soumet ensuite à l'action de la presse. Le gâteau brun qu'on obtient est repris par de l'alcool acidulé par l'acide sulfurique. On continue ce traitement aussi longtemps que les liqueurs se colorent. L'alcool dissout la matière colorante, et laisse un résidu presque incolore. Les teintures alcooliques filtrées sont sursaturées par de l'ammoniaque, filtrées de nouveau, puis évaporées à siccité. Le résidu desséché se compose d'hématosine, de sels, de matières grasses, et d'un peu de matière extractive dont on se débarrasse en le pulvérisant et en le traitant successivement par de l'éther, de l'alcool et de l'eau. Le résidu constitue déjà la matière colorante presque pure ; on le reprend par de l'alcool ammoniacal, on filtre et l'on évapore à siccité ; le résidu est enfin lavé à l'eau pure et desséché à une température peu élevée.

Globules incolores. — Les corpuscules *incolores* du sang chez l'homme et les mammifères sont en très-petite quantité. Ce sont des globules ronds, pâles, grenus, un peu plus gros que les globules colorés. Ils ont un noyau simple ou composé, qui souvent n'est visible qu'après l'action

de l'eau ou de l'acide acétique. Comme pour les globules colorés du sang, l'acide acétique dissout l'enveloppe des globules incolores, après l'avoir d'abord ramollie et rendue lisse et transparente. Les noyaux sont au contraire insolubles dans l'acide acétique.

Les globules blancs ou incolores du sang diffèrent des globules colorés ordinaires : 1° parce qu'ils sont ronds et non aplatis ; 2° parce qu'ils sont plus gros ; 3° parce qu'ils sont finement granulés à leur surface ; 4° par leur noyau, qui est simple ou composé de deux ou trois granules dont les plus gros présentent au milieu une dépression qui produit l'apparence d'une tache obscure. Il y a, du reste, beaucoup d'analogie entre les globules du sang et les corpuscules bien développés de la lymphe.

PRÉSENCE DU SUCRE DANS LE SANG.

Le sang des veines sus-hépatiques, ainsi que nous le verrons en nous occupant du foie, renferme toujours du sucre, surtout après la digestion ; cette production, qui est due à une fonction spéciale du foie, sera étudiée plus loin. Le sang qui circule dans les autres vaisseaux ne renferme pas de sucre à l'état normal ; s'il en renferme, c'est qu'il provient directement du genre d'alimentation.

Dans le sang normal, on a trouvé en moyenne 0,00072 à 0,00210 de glucose ; le sang artériel en contient toujours plus que le sang veineux. Nous traiterons ce sujet avec plus de détails, quand nous nous occuperons du foie.

COAGULATION DU SANG.

Lorsque le sang a été extrait des vaisseaux vivants et qu'il est laissé en repos, il subit bientôt un changement, en vertu duquel il se sépare en un liquide limpide jaune verdâtre et en une masse solide rougeâtre qui emprisonne les globules sanguins. Ce changement constitue le phénomène de la coagulation du sang. La partie solidifiée compose le *caillot* sanguin, et la portion restée liquide est désignée sous le nom de *sérum*.

La coagulation du sang commence à s'effectuer plus ou moins longtemps après sa sortie de la veine. C'est habituellement au bout de cinq à dix minutes que la coagulation du sang commence, et c'est au bout de huit à douze heures qu'elle est terminée. Quand on examine avec soin le phénomène de la coagulation, voici ce qu'on observe : d'abord le sang devient épais et de la consistance d'une gelée molle ; puis, à la surface de ce sang, on voit suinter ordinairement par gouttelettes un liquide clair citrin, le sérum, qui est comme exprimé de la masse du caillot.

Sérum.—Le sérum est un liquide légèrement visqueux, d'une couleur jaune verdâtre ou jaune rouge, due, suivant quelques auteurs, à de petites

quantités d'hématosine et de pigment biliaire tenus en dissolution. Pendant la digestion, le sérum contracte une apparence laiteuse, provenant des particules de graisse qui y sont apportées par le chyle. Le sérum présente une saveur salée, fade. Sa pesanteur spécifique varie entre 1,027 et 1,029. Il tient en dissolution de l'albumine et des sels, et il réagit constamment à la manière des alcalis sur le papier de tournesol. Lorsqu'on le chauffe jusqu'à 76°, il se coagule sans laisser dégager de gaz.

Le sérum de l'homme contient :

Eau	90,39
Albumine	8,00
Extrait de viande et lactate de soude	0,40
Chlorure de sodium	0,60
Albumine modifiée, carbonates et phosphates alcalins	0,41
	100,00

(Berzelius.)

Eau	90,60	90,10
Albumine	7,80	8,12
Matières extractives	0,38	0,46
Matières grasses	0,22	0,34
Chlorures de potassium et de sodium	0,80	0,35
Carbonate, Phosphate, Sulfate de soude	0,21	0,20
Carbonate, Phosphate de chaux et de magnésie	0,09	0,09
Perte	0,10	0,14
	100,00	100,00

(Lecanu.)

Eau	90,00
Albumine	7,60
Chlorures de potassium et de sodium	0,60
Matières non-extractives	0,40
Carbonate de soude	0,25
Sulfate de potasse	0,25
Phosphates terreux	0,40
	100,00

(M. Marcet.)

Séroline. — La séroline est une matière blanche et légèrement nacrée qui se précipite par le refroidissement de la décoction alcoolique du sérum desséché. Elle a été découverte par M. F. Boudet. Elle fond à 36°, ne fait point émulsion avec l'eau froide, et se transforme par l'action de

la chaleur en une huile incolore moins dense que l'eau. Elle est soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool froid, peu soluble dans l'alcool bouillant.

Matières extractives. — Parmi les substances dont on a signalé l'existence dans le sang, et qui sont désignées sous le nom de *substances extractives,* nous mentionnerons la *créatine* et la *créatinine.*

L'urée est un des éléments constants du sang normal, c'est probablement un produit d'oxydation des matières albuminoïdes, et elle ne doit être envisagée que comme un produit excrémentitiel. La présence de l'urée dans le sang a été mentionnée en premier lieu par MM. Prévost et Dumas qui avaient supprimé la sécrétion urinaire, c'est-à-dire entravé le travail par lequel l'urée est éliminée naturellement, à mesure qu'elle se forme. Son existence dans le *sang normal* a été reconnue d'abord par M. Marchand, puis confirmée par les recherches de MM. Simon, Strahl, Hervier, Verdeil et Ch. Dollfus, et tout récemment par celles de M. Picard. D'après ce dernier observateur, le sang renferme 0,016 pour 100 d'urée. Le sang de la veine rénale en contient environ deux fois plus que le sang artériel correspondant.

MM. Verdeil et Dollfus ont aussi constaté dans le sang la présence d'hippurate de soude. On n'y a pas trouvé d'acide urique.

M. Alb. Carter a reconnu dans le sang la présence de l'indican, matière génératrice de l'indigo, qu'on avait signalée précédemment déjà dans l'urine, et qui est susceptible, sous certaines influences, de se dédoubler en sucre et en indigo bleu.

Caillot. — Le caillot est une masse rouge de la consistance d'une gelée ferme qui se laisse pénétrer par le doigt. Le caillot est constitué par une trame fibrineuse qui maintient dans ses réseaux les globules sanguins, et il est imbibé d'une certaine quantité de sérum. Sa surface, exposée à l'air, est d'un rouge clair, tandis que son intérieur est d'un rouge tirant sur le brun. Il est plus pesant que le sérum et occupe ordinairement le fond du vase. Le caillot est ordinairement contracté, parce que la fibrine en se solidifiant, éprouve une contraction ; c'est à cette circonstance que sont dues l'expulsion et la séparation du sérum.

La fibrine et les corpuscules sanguins se trouvent distribués d'une manière inverse, aux différentes hauteurs du caillot sanguin. Ainsi les parties inférieures du caillot sont très-riches en globules et très-pauvres en fibrine ; les parties supérieures, au contraire, sont très-riches en fibrine et très-pauvres en globules. Cette disposition dans ces deux éléments s'explique très-bien par leur densité respective. Avant la coagulation du sang, la fibrine, à cause de sa densité moindre, tend à monter à la surface, tandis que les globules, à cause de leur pesanteur spécifique beaucoup plus grande, tendent à descendre au fond du vase. La solidification

du caillot arrive et surprend la fibrine et les globules se dirigeant en sens opposé. Il peut arriver même que les corpuscules sanguins s'abaissent avant la coagulation, et qu'une couche plus ou moins épaisse de fibrine se coagule à la surface sans en emprisonner aucun. Dans ce cas, qui peut dépendre de ce que la fibrine monte plus vite, ou de ce que les globules descendent plus rapidement, il se forme à la surface du caillot une pellicule plus ou moins épaisse, dépourvue de globules, à laquelle on donne le nom de *couenne* du sang.

La forme des vases dans lesquels s'opère la coagulation du sang influe sur la production de la couenne : on a reconnu qu'un vase haut et étroit est favorable à la formation de cette pellicule.

Le nombre des globules exerce aussi une certaine influence sur la production de la couenne : plus un sang est riche en globules, plus il donne de couenne.

La proportion en poids du sérum et du caillot présente de nombreuses différences qui tiennent soit à des états particuliers de l'organisme, soit à ce que la fibrine se contracte plus ou moins énergiquement, et qu'elle chasse hors de ses mailles des quantités plus ou moins considérables de sérum. Toutefois le sérum constitue à peu près les trois quarts du poids du sang, tandis que le caillot, encore humide et non exprimé, forme un quart de ce poids. (Berzelius.)

La quantité du caillot varie, en général, de 68,349 à 148,450 sur 1000 parties de sang : elle est, en moyenne, 108,399. Elle varie chez les hommes de 115,850 à 148,450 ; chez les femmes, de 68,349 à 127,990. Le sang des hommes contient donc environ 32,980 plus de principes constituants du caillot que celui des femmes. La quantité du caillot ne paraît pas augmenter proportionnellement avec l'âge, du moins de vingt à soixante ans. Elle est plus considérable chez les tempéraments sanguins que chez les lymphatiques. La proportion du caillot dans 1000 parties de sang a pu varier de 121,720 à 129,563 chez quatre femmes sanguines, et de 92,670 à 129,990 chez cinq femmes lymphatiques : ce qui donne pour moyenne, chez les premières, 126,174 ; chez les autres, 117,300 : différence, 8,874. Chez les hommes, la proportion du caillot dans 1000 parties de sang varie de 121,540 à 148,450 chez cinq hommes sanguins, de 115,850 à 117,484 chez deux hommes lymphatiques.

Le sang de tous les animaux ne se coagule pas également bien : il est établi que de tous les sangs celui des oiseaux se coagule avec le plus de rapidité, tandis que celui des poissons et des reptiles se coagule avec une très-grande lenteur. Il en serait de même du sang des animaux hibernants, pendant leur sommeil. Chez les animaux invertébrés, la coagulation est très-imparfaite ; elle est niée même par quelques auteurs.

Circonstances qui influent sur la coagulation du sang. — La cause qui détermine le sang à se coaguler est inconnue. Cette coagulation a lieu dans un vase exposé à l'air, ou placé dans le vide sous la machine

pneumatique. Elle s'effectue également dans l'oxygène, l'acide carbonique et l'hydrogène. Cependant nous devons mentionner un certain nombre de causes dont les unes retardent et les autres accélèrent la coagulation du sang.

Le battage accélère la coagulation de la fibrine, qui est empêchée, au contraire, par la présence de certains sels, tels que le sulfate de soude, le chlorure de sodium, l'azotate de potasse, le chlorure de potassium, l'acétate de potasse, le borax, pourvu qu'on les ajoute dans la proportion de 30 grammes pour 180 grammes de sang (Hewson, Schultz et Hambruger). Les carbonates et les acétates empêchent la coagulation, quel que soit leur degré de concentration, tandis que les sulfates en solution concentrée retardent la coagulation et la favorisent à l'état de solution diluée. La même chose paraît avoir lieu pour les tartrates et les borates (Hambruger). Les acides minéraux dilués empêchent la coagulation du sang en même temps qu'ils l'épaississent et lui donnent une apparence huileuse (Magendie, Simon). Les azotates de strychnine, de morphine et la nicotine empêchent également la coagulation du sang (Magendie). Une solution d'opium produit le même effet (Hunter). Une dissolution de gomme, de sucre ou d'amidon accélère la coagulation (Magendie et Hambruger). Les décoctions de digitale, de tabac, l'éther et l'alcool produisent le même résultat.

La chaleur accélère la coagulation du sang. Le froid la retarde et l'arrête dans certains cas. C'est ainsi que du sang venant d'être extrait de la veine et exposé à un grand froid, gèle sans se coaguler, puis redevient liquide à la chaleur et se coagule alors, comme le ferait du sang frais. La chaleur est donc nécessaire pour opérer la coagulation. Une température de 38° à 40°, égale à celle du corps vivant, est celle qui est la plus favorable. (M. Hewson.)

La coagulation du sang est encore retardée par son contact avec les membranes ou parties animales, et c'est par cette cause qu'on explique que le sang infiltré dans le tissu cellulaire reste fluide très-longtemps, et quelquefois plusieurs semaines avant de se coaguler.

La coagulation du sang devient plus prompte sous l'influence d'un courant galvanique. Par un air sec, la coagulation est plus rapide que par un temps humide, sans doute parce que l'évaporation de l'eau du sang le rend plus coagulable. C'est par la même cause qu'il faut expliquer l'assertion de Scudamore, qui dit que la coagulation est plus rapide dans le vide de la machine pneumatique.

Le sang ne se coagule pas chez les personnes frappées de la foudre ou mortes par asphyxie, tandis qu'il se solidifie rapidement chez celles qui ont été mordues par des vipères ou qui sont atteintes de la peste.

Le sang, dans certains états pathologiques, peut se coaguler durant la vie, c'est ce que l'on remarque dans la phlébite, l'artérite, l'anévrysme, etc. La coagulation est due alors à une altération particulière du sang, ou bien à l'inflammation interne du cœur et des vaisseaux.

ANALYSE DU SANG.

Examinons maintenant quelle est la composition élémentaire des différents principes contenus dans le sang, et comment on peut procéder à leur séparation. Les principes qui composent ce liquide sont, d'après ce que nous avons vu, indépendamment des trois gaz de l'air, savoir : l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique :

1° De l'eau.

2° Des globules composés d'une membrane albumineuse, d'hématocristalline, d'hématosine et de fer.

3° De la fibrine.

4° De l'albumine.

5° Des matières extractives, parmi lesquelles se rencontrent la créatine et la créatinine, l'urée, le sucre, et plusieurs autres encore mal déterminées.

6° Des matières grasses, qui sont : la *séroline*, la *cholestérine*, les acides oléique et margarique, combinés avec la soude ou à l'état de savon.

7° De la soude libre.

8° Des sels solubles, tels que du *chlorure de sodium* en grande quantité, des *phosphates, sulfates* et *carbonates de soude, de potasse*, etc. ; de plus, quelques sels insolubles, tels que des *phosphates de chaux et de magnésie* et peut-être des traces de *silice*.

Nous devons dire que la science est loin encore d'offrir une précision suffisante en ce qui regarde l'analyse quantitative du sang. Nous donnerons néanmoins le procédé le plus employé.

Le sang, comme nous l'avons vu, se coagule spontanément par l'exposition à l'air et se sépare en deux parties : le caillot et le sérum.

Le sérum contient l'albumine du sang et les matières solubles.

Le caillot contient la portion insoluble du sang : la fibrine et les globules qui retiennent un peu de sérum.

Pour obtenir la fibrine, on bat le sang, au sortir de la veine, soit avec un balai, soit avec la main : la fibrine se rassemble. On la jette sur une toile serrée, on la lave jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement blanche ; on la dessèche à l'étuve, et ensuite au bain-marie jusqu'à ce que son poids ne varie plus.

Si l'on prend ensuite le sang frais et privé de fibrine, en le délayant avec trois ou quatre fois son volume d'une solution saturée de sulfate de soude, puis filtrant, les globules resteront sur le filtre ; on lave rapidement les globules avec une solution de sulfate de soude, en faisant passer à travers le liquide qui est sur le filtre un courant d'air constant et rapide : sans cette précaution, les globules s'altéreraient et traverseraient le filtre.

Les globules ainsi lavés, séchés dans le vide, sur l'acide sulfurique, sont repris par l'éther et l'alcool bouillants, puis par l'eau, dans laquelle ils sont devenus insolubles, et qui en sépare le sulfate de soude.

L'eau du sang se détermine par l'évaporation d'une certaine quantité de ce liquide. La quantité de sérum s'obtient en le séparant avec soin et le desséchant. Les matières minérales qui restent après l'incinération sont déterminées ensuite par les procédés ordinaires.

La méthode d'analyse précédente, quoique le plus généralement employée, ne comporte pas une grande exactitude ; il est évident que la fibrine ainsi dosée doit retenir une certaine quantité de corpuscules incolores et de débris d'enveloppes de globules dont le poids s'ajoute à celui de la fibrine. On conçoit encore que les globules perdent par le lavage les sels solubles qu'ils peuvent contenir et qu'on ne peut déterminer ainsi que le poids de la partie insoluble de ces globules.

On a tenté aussi d'analyser le sang par les procédés micrométriques, mais on n'a pu arriver à une exactitude rigoureuse.

Les divers essais qui ont été entrepris dans ce but ont conduit aux observations suivantes :

1° Que 1 millimètre cube de sang humain normal contient de 4 600 000 à 5 055 000 globules ;

2° Qu'en se desséchant, les globules perdent 68 pour 100 d'eau, et contiennent par conséquent 32 pour 100 de parties solides ;

3° Que 100 volumes de caillot, au maximum de contraction, renferment encore 20 volumes de sérum.

Composition élémentaire du sang desséché.

	Homme.	Anguille.	Grenouille.	Tortue.	Invertébrés.
Carbone	52,7	52,34	52,89	53,06	45,79
Hydrogène	7,5	5,50	7,53	7,56	5,01
Azote	18,6	18,71	18,58	18,35	12,73
Oxygène	21,2	23,45	21,00	21,03	36,47
			(M. Schmalau.)		(M. Harless.)

Composition élémentaire du sérum desséché.

Carbone	52,883
Hydrogène	7,540
Azote	15,705
Oxygène	23,872
	100.000

(Gay-Lussac et Thenard.)

Composition élémentaire des globules du sang.

	Femme.	Chien.		Lapin.
Carbone	55,1	55,1	55,4	54,1
Hydrogène	7,1	7,2	7,1	7,1
Azote	17,2	17,3	17,3	17,5
Oxygène, etc	20,6	20,4	20,2	21,3

(M. Dumas.)

1000 parties de globules renferment :

Eau	679,615		
Principes solides	320,385	Hématosine	16,75
		Hématocristalline	241,07
		Membrane cellulaire	41,415
		Corps gras	2,31
		Matières extractives	2,60
		Substances minérales (sans le fer)	8,12
		Chlore	1,686
		Acide sulfurique	0,066
		Acide phosphorique	1,134
		Potassium	3,328
		Sodium	1,052
		Oxygène	0,667
		Phosphate de chaux	0,114
		Phosphate de magnésie	0,073

(LEHMANN.)

Voici la composition du sang envisagé de toutes pièces :

Eau			77,9
Partie solide		11,11	22,1
		6,94	
		0,22	
		0,16	
		0,68	
	indéterminé (?)	2,99	

(MM. BECQUEREL et RODIER)

Composition du sang, d'après MM. Scherer et Otto.

Sérum.		*Sang.*	
Eau	90,66	Eau	79,06
Albumine	7,76	Fibrine	0,20
Extractif	0,51	Parties insolubles dans l'eau chaude	19,44
Sels solubles	0,94	Extractif	0,48
		Sels solubles	0,83

Composition centésimale des cendres laissées par le sang de divers animaux.

NOMS DES MATIÈRES.		HOMME.	BOEUF.	VEAU.	LIÈVRE.	MOUTON.	MOUCHE.
Partie soluble....	Phosphate de soude.....	22,100	16,769	30,180	28,655	13,296	»
	Chlorure de potassium.....	4,116	»	52,650	50,324	66,570	»
	Chlorure de sodium.....	54,469	59,340				
	Sulfate de potasse.....	»	»	»	»	»	12,64
	Sulfate de soude.....	2,461	3,855	2,936	3,721	5,385	»
	Phosphate de potasse bibasique....	»	»	»	»	»	33,70
	Chlorure de calcium.....	»	6,120	»	»	»	»
	Silicate de potasse.....	»	»	»	»	»	»
Poids de la partie soluble des cendres.....		83,146	87,084	85,766	82,700	85,251	46,34
Partie insoluble..	Carbonates terreux.....	»	»	»	»	»	53,66
	Phosphate de chaux.....	3,636	4,190	3,490	16,509	13,920	
	Phosphate de magnésie.....	0,769					
	Phosphate de fer.....	10,710	8,277	9,277			
	Oxyde de fer.....						
	Sulfate de chaux.....	»	1,449P	»	»	0,829 P	»
Poids de la partie insoluble des cendres.....		15,115	13,916 (M. ENDERLIN.)	12,767	16,509 (M. ENDERLIN.)	14,749 (M. ENDERLIN.)	53,66 (M. ENDERLIN.)

NOTA. — La lettre P placée au-dessus des nombres indique que les pertes totales faites dans l'analyse ont été ajoutées à ce nombre.

COMPOSITION IMMÉDIATE DU SANG.

Il nous reste à voir quelles sont les proportions dans lesquelles les différents principes immédiats sont contenus dans le sang.

Les notions physiologiques les plus simples doivent faire supposer que le sang n'est point un liquide chimiquement identique dans toutes les parties du corps. Toutefois, comme on va le voir, cette remarque est relative seulement au sang veineux, et elle ne saurait être appliquée au sang artériel. En effet, le sang artériel qui sort des poumons passe dans le côté gauche du cœur, et circule dans le système aortique pour aller se rendre à tous les tissus et à tous les organes du corps. Dans ce trajet, il n'est soumis à aucune cause capable de changer sa composition ; c'est seulement en traversant les tissus capillaires de chaque organe qu'il se modifie et devient veineux. Or, il est évident que cette dénomination ne saurait exprimer un changement physique qui serait partout le même, et il est clair que le sang veineux qui a traversé le rein après avoir fourni les matériaux de l'urine doit différer du sang veineux qui a traversé le pancréas après avoir fourni les éléments du suc pancréatique, etc. Cette diversité de composition des sangs veineux est une chose aujourd'hui parfaitement prouvée par les analyses. Cependant, comme pour étudier le sang de l'homme il faut toujours se reporter à l'examen chimique du sang extrait des veines du bras, nous donnerons d'abord la composition du sang veineux de l'homme, et plus tard nous exposerons les résultats qu'on a obtenus en analysant comparativement les différents sangs veineux chez les animaux.

Le sang veineux de l'homme en santé contient :

Sérum	870
Caillot	130
	1000

Chacune de ces deux parties constitutives du sang présente la composition suivante :

Caillot...	Fibrine		3	130
	Globules	Hématosine	2	
		Matières albumineuses	125	
Sérum...	Eau			790
	Albumine			70
	Oxygène			10
	Azote			
	Acide carbonique			
	Matières extractives			
	Graisse phosphorée			
	Cholestérine			
	Séroline			
	Acide oléique			
	Acide margarique			
	Chlorure de sodium			
	Chlorure de potassium			
	Chlorhydrate d'ammoniaque			
	Carbonate de soude			
	Carbonate de chaux			
	Carbonate de magnésie			
	Phosphate de chaux			
	Phosphate de soude			
	Phosphate de magnésie			
	Sulfate de potasse			
	Lactate de soude			
	Sels à acides gras fixes			
	Sels à acides gras volatils			
	Matière colorante jaune			
				1000

(M. Dumas.)

Le sang de l'homme et celui de la femme, dans l'état de santé et dans l'âge moyen de la vie, offrent les différences suivantes.

La densité du sang défibriné est :

Chez la femme	1,057
Chez l'homme	1,060

La densité du sérum est :

Chez la femme	1,027
Chez l'homme	1,028

Nous joindrons à cette analyse de M. Dumas les résultats obtenus par Lehmann.

1000 parties de sang contiennent :

513,02 de cellules fraîches.
498,98 de liquide intercellulaire.

1000,00

100 parties de cellules (densité = 1,088) contiennent :

Eau		68,000
Parties solides	Hématine ferrugineuse	1,675
	Globuline et membrane des cellules	28,222
	Graisse	0,231
	Extractif	0,260
	Matières minérales, sans le fer	0,812
		100,000

Les substances minérales se répartissent de la manière suivante :

Sulfate de potasse	0,0132
Chlorure de potassium	0,3679
Phosphate de potasse	0,2343
Phosphate de soude	0,0623
Phosphate de chaux	0,0094
Phosphate de magnésie	0,0060
Soude	0,0341

COMPOSITION MOYENNE DU SANG VEINEUX DES DEUX SEXES.

	Homme.	Femme.
Eau	780,0	791,00
Globules	140,0	127,00
Albumine	69,0	70,00
Fibrine	2,2	2,20
Matières extractives et sels	6,8	7,40
Séroline	0,02	0,02
Matière grasse phosphorée	0,49	0,46
Cholestérine	0,09	0,07
Savon	1,00	1,05
Perte	0,40	0,80
	1000,00	1000,00

Sels donnés par la calcination de 1000 grammes de ce sang.

Chlorure de sodium	3,10	3,90
Sels solubles	2,50	2,90
Phosphates	0,330	0,354
Fer	0,565	0,541
	6,495	7,695

(MM. Becquerel et Rodier.)

La composition du sang offre également quelques différences dans les âges extrêmes de la vie.

Chez le fœtus, le sang a la même composition que le sang placentaire, qui est formé de :

Eau	70,15
Fibrine	0,20
Albumine	5,00
Globules	22,40
Sels, matières extractives, etc.	2,25
	100,00

(M. Denis.)

On a constaté aussi que chez l'enfant nouveau-né, depuis deux semaines jusqu'à cinq mois, la proportion d'eau augmente et la proportion de globules diminue. De cinq mois à quarante ans, la proportion d'eau diminue et la proportion de globules augmente. De quarante à soixante-dix ans, la proportion d'eau augmente de nouveau et les globules diminuent (M. Denis).

La quantité d'albumine ne varie pas sensiblement dans le sang considéré dans l'enfance, l'âge mûr ou la jeunesse.

Le sang présente encore quelques différences, suivant la constitution et le tempérament.

Chez les individus d'un tempérament sanguin, le sang renferme une proportion plus grande de globules. Chez les individus d'un tempérament lymphatique, le sang est plus pauvre en matériaux solides et spécialement en globules : c'est ce qui ressort clairement des tableaux suivants :

Analyses comparatives du sang veineux de 10 individus (hommes).

AGE.	TEMPÉRAMENT.	QUANTITÉS de sang soumises à l'analyse.	EAU.	ALBUMINE.	SELS solubles et matières extractives.	GLOBULES.
45 à 48 ans.	Sanguin	416 gr.	780,210	71,970	14,000	133,820
26	Sec et nerveux	417	790,900	71,560	8,870	128,670
36	Lymphatico-sanguin	451	782,271	66,090	10,349	141,290
38 à 40	Sanguin	430	783,890	57,890	9,770	148,450
48 à 50	Lymphatique	454	805,263	65,133	12,120	117,484
62 à 64	Sanguin	416	801,871	65,389	11,100	121,640
32	Bilieux	390	785,881	64,790	10,200	139,129
26	Sanguin	603	778,625	62,949	11,541	146,885
30 à 32	Sanguin	625	788,323	71,061	8,928	131,688
34	Lymphatique	668	795,870	78,270	10,010	115,850
Maximum			805,263	78,270	14,000	148,450
Minimum			778,625	57,890	8,870	115,850
Différence			26,638	20,380	5,130	32,600
Moyenne des 10 analyses			789,3104	67,5102	10,6888	132,4906

(M. Lecanu.)

Analyses comparatives du sang veineux de 10 individus (femmes).

AGE.	TEMPÉRAMENT.	QUANTITÉS de sang soumises à l'analyse.	EAU.	ALBUMINE.	SELS solubles et matières extractives.	GLOBULES.
53 ans.	Lymphatique	533 gr.	790,840	71,180	7,990	129,990
38	Lymphatique	568	827,130	69,100	11,100	92,670
34	Lymphatique	386	801,918	59,159	9,313	129,610
25	Sanguin	390	796,175	73,065	9,040	121,720
60	Sanguin	528	792,561	69,082	8,703	129,654
58	Sanguin	450	793,897	70,210	7,163	127,730
22	»	374	853,135	68,756	9,760	68,349
58	Sanguin	532	790,394	72,796	11,220	125,590
54	Lymphatique	398	799,432	74,740	10,509	115,319
36	Lymphatique	508	799,230	69,125	12,645	119,000
Maximum.....			853,135	74,740	12,645	129,990
Minimum.....			790,394	59,159	7,990	68,349
Différence.....			72,741	15,581	4,655	61,641
Moyenne des 10 analyses.....			804,3712	69,7213	9,9443	115,9632

(M. Lecanu.)

DES MODIFICATIONS QUE LE SANG PEUT PRÉSENTER DANS LES MALADIES.

Cette question est sans doute d'une haute importance pour la médecine. Mais, il faut le dire, elle est entourée de difficultés innombrables. Toutefois des résultats intéressants ont déjà été obtenus.

En comparant les analyses du sang de l'homme à l'état normal et à divers états pathologiques, on remarque des différences pouvant porter sur plusieurs éléments du sang. Cependant les variations notables et réellement appréciables se sont surtout fait remarquer relativement à la proportion des *globules* et de la *fibrine*.

La *fibrine* présente tantôt une augmentation, tantôt une diminution, selon les états pathologiques. Dans les inflammations ou phlegmasies, ainsi que cela a été très-bien établi par MM. Andral et Gavarret, la quantité de fibrine augmente d'une manière constante et très-notable. Ce résultat a été pleinement confirmé par les analyses de MM. Becquerel et Rodier. Toutefois il serait aussi nécessaire, dans ces appréciations, comme l'a dit Magendie, de faire intervenir les conditions de qualité de la fibrine. En effet, en soustrayant la fibrine à des chiens, ou, ce qui revient au même, en leur faisant subir des saignées souvent répétées, on voit la quantité de fibrine augmenter dans leur sang. Mais cette fibrine n'offre pas les mêmes propriétés qu'à l'état normal. Elle est molle, peu élastique, semblable à du papier mâché: on sait que dans

cet état la fibrine se dissout dans l'eau tiède en vingt-quatre à trente-six heures, et que cette dissolution offre alors les caractères chimiques d'une dissolution albumineuse. Ce sont ces observations qui ont conduit à donner à cette modification de la fibrine le nom de *pseudo-fibrine*.

(MAGENDIE et FREMY.)

Dans certaines maladies graves, telles que la fièvre typhoïde, le scorbut, etc., la fibrine diminue dans le sang; la même chose arrive dans les fièvres intermittentes. (MM. BECQUEREL et RODIER.)

L'*albumine* du sang diminue considérablement dans la maladie de Bright et dans certaines maladies du cœur compliquées d'hydropisie.

Les *globules* diminuent dans la chlorose, dans les pertes de sang, dans la diète, la fièvre. Dans la pléthore, le rapport de cet élément du sang ne serait pas modifié. (MM. BECQUEREL et RODIER.)

Indépendamment des modifications pathologiques que nous venons de signaler dans le sang, il peut arriver que ce fluide contienne des produits accidentels qui, à l'état normal, sont éliminés par un organe excréteur. C'est ainsi que dans les rétentions d'urine, dans l'absence de l'excrétion urinaire, comme dans certains cas de choléra, on a trouvé de l'urée dans le sang, en quantités notables (M. MARCHAND). Dans l'ictère, avec rétention de bile et décoloration des évacuations, on trouve dans le sang une proportion considérable de cholestérine.

(MM. BECQUEREL et RODIER.)

Nous ne parlerons pas des substances toxiques ou médicamenteuses qui peuvent se rencontrer accidentellement dans le sang.

Composition du sang dans les maladies, d'après MM. BECQUEREL *et* RODIER.

		Densité du sang défibriné.	Densité du sérum.	Matières organiques de 1000 parties de sang.										Composition des cendres de 1000 parties de sang.			
				Eau.	Globules.	Albumine.	Fibrine.	Matières extractives et sels.	Matières grasses.	Séroline.	Matière phosphorée.	Cholestérine.	Savon.	Chlorure de sodium.	Sels solubles.	Phosphates.	Fer.
Pléthore	Hommes.	1,059	1,029	780,4	138,0	72,3	2,4	6,3	1,55	variable	0,483	0,088	1,014	3,7	2,9	0,341	0,547
	Femmes.	1,058	1,028	784,0	131,5	75,1	2,1	5,8	2,150		0,673	0,114	0,138	3,5	2,8	0,334	0,544
Phlegmasies	Hommes.	1,056	1,027	791,5	128,0	66,0	5,8	7,0	1,724	0,020	0,602	0,136	0,984	3,1	2,4	0,448	0,490
	Femmes.	1,054	1,026	801,0	118,6	65,5	5,7	7,2	1,669	0,024	0,601	0,130	0,914	3,0	2,7	0,344	0,480
Fièvre typhoïde		1,054	1,025	799,0	127,4	64,8	2,8	6,3	1,773	variable	0,471	0,089	1,093	2,9	2,5	0,497	0,555
Fièvre éphémère		1,056	1,025	781,7	142,4	65,7	2,8	5,8	1,770	variable	0,565	0,112	1,005	2,7	2,8	0,321	0,569
Pleurésie		1,055	1,026	798,6	120,4	65,4	6,1	7,6	1,905	variable	0,703	0,182	1,020	3,0	2,0	0,478	0,461
Pneumonie		1,052	1,025	801,0	122,5	61,1	7,4	6,4	1,687	variable	0,504	0,101	1,062	2,8	2,7	0,308	0,493
Bronchite aiguë	Hommes.	1,056	1,027	793,7	129,2	64,9	4,8	5,8	1,621	variable	0,479	0,169	0,952	3,2	2,9	0,346	0,513
	Femmes.	1,056	1,027	803,4	115,3	68,8	3,5	7,3	1,751		0,600	0,072	1,059	3,3	2,8	0,309	0,479
Rhumatismes aigus		1,055	1,025	789,9	118,7	66,9	5,8	8,1	1,647	variable	0,479	0,147	1,000	3,5	2,5	0,445	0,452
Chlorose		1,045	1,028	828,2	86,0	72,1	3,4	8,8	1,503	variable	0,541	0,054	0,888	3,1	2,3	0,441	0,319
Tubercules pulmonaires	Hommes.	1,056	1,028	794,8	125,0	66,2	4,8	7,7	1,554	variable	0,591	0,034	0,809	3,3	2,7	0,493	0,489
	Femmes.	1,055	1,028	796,8	119,4	70,5	4,0	7,6	1,729		0,601	0,082	1,011	3,1	2,5	0,302	0,484
Syphilis constitutionnelle		1,060	1,028	777,0	138,1	71,8	2,23	9,3	1,820	0,027	0,640	0,115	0,972	3,4	2,7	0,282	0,566

Composition du sang dans diverses maladies. (M. HERMANN.)

PRINCIPES élémentaires.	PNEUMONIE. Affection. 1re saignée.	PNEUMONIE. Pneumonie chronique. 2e saignée.	PHTHISIE tuberculeuse.	TYPHUS.	FIÈVRE TYPHOÏDE. 2e jour de maladie.	FIÈVRE TYPHOÏDE. 5e jour de maladie.	TYPHUS. Veine temporale.	TYPHUS. Veine cave inférieure.
Carbone...	57,428	52,280	53,734	54,954	54,184	50,901	»	49,281
Hydrogène.	8,615	»	7,451	8,542	8,493	8,925	»	7,217
Cendres...	4,356	4,081	4,026	3,901	3,108	3,209	74,02	3,509

Maladies dans lesquelles la fibrine augmente (MM. ANDRAL et GAVARRET.)

MALADIES.	Malades.	Saignées.	Fibrine.	Globules.	Matières solides du sérum.	Eau.	SÉRUM. Matières organiques.	SÉRUM. Matières inorganiques.	SÉRUM. Nombre des saignées dans lesquelles on a dosé ces matières.
Rhumatisme articulaire aigu...	14	43	6,8	101,6	86,1	805,5	79,3	6,8	22
Rhumatisme articulaire subaigu et chronique.....	10	10	3,8	108,2	95,3	792,7	89,0	6,3	7
Pneumonie.....	21	58	7,8	113,0	81,5	797,7	75,0	6,5	42
Bronchite capillaire aiguë.....	6	9	6,6	123,9	76,6	792,9	69,7	6,9	3
Bronchite chronique avec emphysème pulmonaire.....	4	5	3,0	121,2	83,0	792,8	76,3	6,7	3
Pleurésie.....	12	15	4,8	110,5	86,3	798,4	78,9	7,4	11
Péritonite aiguë.....	4	8	5,0	99,0	85,2	810,8	77,7	7,5	7
Amygdalite.....	4	6	5,5	105,3	91,9	797,3	85,1	6,8	5
Érysipèle.....	5	8	5,9	99,2	88,2	806,7	81,6	6,6	8
Tubercules pulmonaires.....	21	22	4,4	100,5	85,4	809,7	79,0	6,4	11
Phlegmasies diverses.....	»	»	5,4	111,4	97,4	785,8	»	»	»

Composition du sang de quelques scrofuleux

Eau.....	816,5	820,2	820,5	821,0
Fibrine.....	3,0	2,8	2,4	3,0
Globules.....	101,0	98,0	98,0	97,0
Substances dissoutes dans le sérum.....	79,5	79,0	79,1	79,0
	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

(M. NICHOLSON.)

Sang dans l'albuminurie.

Eau	830,59	826,89	823,46	839,70
Fibrine	7,05	3,05	5,00	3,50
Matières grasses	2,40	1,86	2,52	2,68
Albumine	103,69	109,43	97,01	63,40
Globules	40,75	41,30	54,09	71,30
Hématosine	3,81	4,38	5,10	4,91
Matières extractives et sels	12,35	13,28	12,62	11,38
	1000,64	1000,19	999,80	996,87

(M. Simon.)

Sang d'un ictérique.

Eau	815,0
Fibrine	9,5
Globules	93,9
Albumine	53,5
Sels neutres fixes au feu	4,5
Soude	1,5
Autres sels	3,0
Substances grasses neutres	6,0
Substances colorantes	14,6
	1001,5

(M. Lecanu.)

Sang de scorbutique.

Eau et perte	831,1
Fibrine	4,0
Globules	86,3
Albumine	62,3
Principes solubles et non coagulables	16,3
	1000,0

(MM. Chatin et Bouvier.)

Sang d'un cholérique.

Eau	854,0
Albumine	133,0
Urée	1,4
Matières grasses	4,0
Chlorures de potassium et de sodium	1,6
Sulfates et chlorures	1,6
Matières extractives	4,8
	1000,0

(M. Shaughnessy.)

Sang de diabétique.

Eau	681,0
Fibrine	4,4
Globules	140,2
Albumine	119,2
Matières grasses	9,0
Matières extractives	3,8
Sels	22,3
Sucre	11,2
	991,1

(M. Muller.)

Sang épanché dans la poitrine d'un individu mort par rupture d'anévrysme.

Eau	95,00
Albumine	2,60
Matière huileuse	0,30
Chlorure de sodium	0,40
Lactate de soude et osmazôme	1,60
Matières animales précipitables par le tannin	0,10
	100,00

(Vauquelin et Boullay.)

Sang dans les affections du cœur.

Eau	821,4	880,4	807,2
Globules et fibrine	101,8	96,3	96,3
Matières solides du sérum	77,5	77,6	96,3

(M. Lecanu.)

COMPOSITION DU SANG EXAMINÉ DANS LES DIFFÉRENTS VAISSEAUX PENDANT L'ÉTAT DE SANTÉ.

Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux de l'homme.

	Sang artériel.	Sang veineux.
	Sur 1000 parties.	Sur 1000 parties.
Eau	822,46	818,39
Matières solides	177,54	181,59
Fibrine	6,17	6,08
Albumine	66,03	61,37
Globules	97,46	106,05
Matières grasses	1,10	1,20
Chlorure de sodium	3,15	3,29
Sels solubles	2,10	2,19
Phosphate de chaux	0,79	0,76
Sesquioxyde de fer	0,63	0,58
Perte	0,11	0,09

(MM. Poggiale et Marchal.)

Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux du cheval, du bœuf, de la brebis, du chien.

Sang du cheval. — Analyse de Simon.	Sang artériel pris dans la carotide. Sur 1000 parties.	Sang veineux pris dans la jugulaire. Sur 1000 parties.
Eau	760,084	757,351
Résidus solides	239,952	242,649
Fibrine	11,200	11,350
Graisse	1,856	2,290
Albumine	78,880	85,875
Globuline	136,148	123,698
Hématosine	4,872	5,176
Matières extractives et sels	6,960	9,178

Sang du bœuf. — Analyse d'Hering.	Sang artériel. — Sur 1000 parties.	Sang veineux. — Sur 1000 parties.
Eau	798,9	794,9
Fibrine	7,6	6,6
Albumine	26,1	25,8
Hémato-globuline	164,7	170,4
Matières extractives et sels	2,7	2,3

Sang de la brebis. — Analyse d'Hering.	Sang artériel. — Sur 1000 parties.	Sang veineux. — Sur 1000 parties.
Eau	850,2	841,2
Fibrine	6,1	1,3
Albumine	33,6	26,4
Hémato-globuline	106,1	124,4
Matières extractives et sels	4,0	2,7

Sang du chien. — Analyse de Denis.	Sang artériel. — Sur 1000 parties.	Sang veineux. — Sur 1000 parties.
Eau	830,0	830,0
Fibrine	2,5	2,4
Albumine	57,0	58,6
Hémato-globuline	99,0	97,0
Matières extractives et sels	11,0	12,0

De ces analyses, il résulte que le sang veineux donnerait toujours, chez l'homme, le cheval, le bœuf et la brebis, une plus forte proportion de résidu solide que le sang artériel. Quant à la fibrine, elle s'est montrée plus abondante dans le sang artériel chez l'homme, le bœuf et chez la brebis, tandis que l'inverse a été observé sur le cheval. La même remarque doit être faite à l'égard de l'albumine.

Chez le chien, le sang veineux et le sang artériel renfermeraient tous deux la même quantité de corps solides. Néanmoins MM. Denis et Simon s'accordent pour reconnaître que la quantité d'albumine, de matière

extractive et de sels est chez le chien, comme chez les autres animaux, plus faible dans le sang artériel que dans le sang veineux.

Analyse du sang de la veine porte. — Sa composition comparée à celle du sang artériel.

Sang du cheval.	Sang artériel.	Sang de la veine porte.
Analyse de Simon.	Sur 1000 parties.	Sur 1000 parties
Eau	760,084	724,972
Résidu solide	239,952	257,028
Fibrine	11,200	8,370
Graisse	1,856	3,186
Albumine	78,880	92,400
Hématosine	4,827	6,600
Matières extractives et sels	6,960	11,880

Analyse du sang des veines hépatiques. — Sa composition comparée à celle du sang de la veine porte.

Sang du cheval.	Sang de la veine porte.	Sang des veines hépatiques.
Analyse de Simon.	Sur 1000 parties.	Sur 1000 parties.
Eau	815,000	814,000
Résidu solide	185,000	186,000
Fibrine	2,285	2,630
Graisse	1,845	1,408
Albumine	92,250	103,293
Globuline	72,690	54,134
Hématosine	3,900	3,000
Matières extractives et sels	11,523	17,312

Nous ne faisons que signaler ces essais d'analyses différentielles des sangs entre eux, sans insister sur les résultats obtenus. En effet, laissant même de côté les difficultés que peut présenter l'analyse quantitative des matériaux du sang, nous sommes convaincus que les résultats obtenus doivent recevoir des modifications nombreuses, suivant les états physiologiques divers que peuvent offrir les animaux. De plus, pour recueillir le sang de la veine porte et des veines hépatiques, il faut suivre un procédé tout différent de celui qui a été mis en usage par Simon, parce que, ainsi que l'a démontré M. Claude Bernard, les conditions de la circulation hépatique et intestinale se trouvent instantanément modifiées quand on ouvre largement l'abdomen des animaux.

Cependant il résulte d'une manière générale de ces analyses que le sang artériel contient plus de fibrine que le sang veineux. La plupart des analyses paraissent établir que le sang artériel renferme aussi un peu plus de globules que le sang veineux. Quant à l'albumine, un des principes essentiels du sérum, elle se présente dans les deux sangs à peu près dans les mêmes proportions. Toutefois il paraît être admis plus

généralement qu'il y a un peu moins d'albumine dans le sang artériel que dans le sang veineux.

En général, la quantité d'eau contenue dans le sang veineux paraît l'emporter sensiblement sur celle du sang artériel.

La proportion des sels renfermés dans le sang artériel est plus considérable que dans le sang veineux; néanmoins ce dernier paraît renfermer généralement plus de carbonate de soude.

Quant aux matières dites extractives, elles sont plus abondantes dans le sang veineux que dans le sang artériel.

Nous verrons, en parlant des gaz du sang, qu'il existe entre les deux sangs des différences extrêmement importantes quant aux quantités relatives des divers gaz contenus dans le sang artériel et dans le sang veineux.

SANG DES DIFFÉRENTS ANIMAUX.

Le sang, chez les différents animaux, présente des différences assez remarquables pour que nous les mentionnions ici, les recherches les plus complètes sur ce sujet ont été faites par MM. Prévost et Dumas et par M. Nasse, et les résultats obtenus par ces savants se trouvent consignés en partie dans les tableaux suivants :

Composition du sang chez différents animaux (Prévost et Dumas).

	100 parties de sang.			100 parties de sérum.	
	Globules.	Albumine.	Eau.	Albumine.	Eau.
Homme	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Simia callitriche	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Chien	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Chat	12,04	8,43	79,58	9,6	90,4
Cheval	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Veau	9,12	8,28	82,60	9,9	90,1
Brebis	9,35	7,72	82,93	8,5	91,5
Chèvre	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Lapin	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Cabiai	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Corbeau	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
Héron	13,26	5,92	80,82	6,8	92,2
Canard	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Poule	15,71	6,30	77,79	7,5	92,5
Pigeon	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Truite	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
Lotte	4,81	6,57	88,62	6,9	93,1
Anguille	6,00	9,40	84,60	10,0	90,0
Tortue de mer	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Grenouille	6,90	4,64	88,46	5,0	95,0

M. Schlossberger a examiné le sang de quelques céphalopodes. Ce sang est transparent; il dépose par le repos des flocons qui constituent les corpuscules sanguins; soumis à l'évaporation, il cristallise.

Le sang de la sèche et celui de l'*Octopus* renferment :

		Sang de la sèche.		Sang de l'*Octopus*.	
Eau		80,00		87,4	
Matières organiques		16,44		10,4	
Cendres	solubles	3,10	3,56	1,9	2,2
	insolubles	0,46		0,3	
		100,00		100,0	

Le résidu de ces deux sangs constitue des plaques cassantes et inodores, d'une réaction légèrement alcaline, se gonflant par l'eau, mais sans se dissoudre. Traité par l'acide acétique, ce résidu fournit une espèce de gelée ; la potasse le gonfle aussi et le colore en brun.

Parmi les principes contenus dans les cendres, il faut citer le cuivre, les phosphates de chaux et de magnésie, et des traces seulement de peroxyde de fer.

(M. Schlossberger, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CII.)

Composition du sang chez les animaux (NASSE.)

	HOMME.	CHIEN.	CHAT.	CHEVAL.	BŒUF.	VEAU.	CHÈVRE.	BREBIS.	LAPIN.	COCHON.	OIE.	POULE.
Eau	798,402	790,50	810,02	804,75	799,590	826,44	839,44	827,765	817,30	768,945	814,884	793,42
Globules	116,529	123,85	113,392	117,13	121,865	102,803	85,998	92,425	170,72	145,532	121,450	144,57
Albumine	74,194	65,19	64,46	67,58	66,901	56,414	62,705	62,705		72,875	50,976	48,52
Fibrine	2,233	1,93	2,418	2,41	3,620	5,757	3,920	2,970	3,80	3,950	3,360	4,67
Graisse	1,970	2,25	2,7	1,31	2,045	1,610	0,91	1,161	1,90	1,950	2,560	2,63
Phosphate alcalin	0,823	0,730	0,607	0,844	0,468	0,957	0,402	0,395	0,637	1,362	1,135	0,945
Sulfate de soude	0,202	0,197	0,201	0,213	0,181	0,269	0,265	0,348	0,202	0,089	0,090	0,100
Carbonate alcalin	0,956	0,789	0,919	1,104	1,071	1,263	1,202	1,498	0,970	1,198	0,824	0,350
Chlorure de sodium	4,690	4,490	5,274	4,659	4,321	4,864	5,186	4,895	4,092	4,287	4,246	5,392
Oxyde de fer	0,834	0,714	0,516	0,786	0,731	0,631	0,641	0,589	»	0,782	0,812	0,743
Chaux	0,183	0,07	0,136	0,107	0,098	0,130	0,110	0,107	»	0,085	0,120	0,174
Acide phosphorique	0,201	0,208	0,263	0,123	0,123	0,109	0,129	0,113	»	0,206	0,119	0,935
Acide sulfurique	0,052	0,013	0,022	0,026	0,018	0,018	0,023	0,044	»	0,041	0,039	0,010
Magnésie	0,015	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,018	»
Silice	0,043	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,056	»

Outre les substances indiquées précédemment, on trouve dans le sang un certain nombre de principes immédiats qui y existent normalement ou accidentellement, et dont les noms sont inscrits dans le tableau suivant :

PRINCIPES IMMÉDIATS qui se trouvent normalement dans le sang.	PRINCIPES IMMÉDIATS qui se trouvent accidentellement dans le sang.
Glucose. Urée. Acide hippurique. Créatine. Créatinine. Hypoxanthine. Caséine. Acides formique, acétique et lactique?	Acides de la bile. Acide urique. Gélatine.

Nous indiquerons dans le tableau suivant l'influence que plusieurs substances alimentaires peuvent exercer sur la proportion de matière grasse contenue dans le sang :

	Quantité de sang sur laquelle on a opéré.	Sang sec obtenu.	Matière sèche pour 1 partie de sang.	Graisse obtenue.	Proportion de graisse dans le sang normal.	Nourriture consommée.
Pigeons de trois semaines.	17,3000	2,8600	0,1893	0,0360	0,0020	Amidon.
	17,340	3,270	0,194	0,097	0,005	Blanc d'œuf.
	14,950	2,860	0,191	0,065	0,004	Rien.
Pigeons d'un mois.....	14,315	2,580	9,180	0,071	0,004	Amidon.
	15,400	2,990	0,194	0,085	0,005	Blanc d'œuf.
	14,435	2,830	0,196	0,094	0,005	Lard.
	13,940	2,030	0,217	0,044	0,003	Rien.
	13,275	2,520	0,190	0,094	0,007	Rien.
Canards.....	48,710	7,500	0,154	0,204	0,004	Amidon.
	34,260	6,270	0,182	0,152	0,004	Blanc d'œuf, gélatine.
	37,550	8,105	0,215	0,277	0,004	Noix.
	33,570	5,020	0,179	0,144	0,003	Rien.

(M. Boussingault.)

PUTRÉFACTION DU SANG.

Au-dessus de 10°, le sang ne se décompose pas facilement, mais à une température supérieure l'altération a lieu, et cela d'autant plus facilement, que la température est plus élevée, au moins jusqu'à 22°.

La quantité de gaz dégagée par la putréfaction d'un demi-litre de

sang, à 16°, s'élève en vingt-quatre heures à 100 centimètres cubes ; à 22°, cette quantité est de près de 400 centimètres cubes. Ces gaz renferment de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène, de l'hydrogène carboné et de l'azote. C'est l'acide carbonique qui domine, car il varie de 82 à 97 pour 100.

Outre ces gaz, il se forme des produits volatils absorbables par les alcalis caustiques, et en partie par les acides et par les sels métalliques ; la nature de ces produits n'a pas encore été déterminée.

(M. Angus Smith, *Chemical News*, novembre 1861.)

GAZ CONTENUS DANS LE SANG.

La première mention de l'existence de gaz dans le sang est due à J. Mayow, en 1684, puis à H. Davy, en 1799 ; mais c'est surtout à M. Magnus qu'on doit les premiers travaux rigoureux sur ce sujet ; il les fit connaître en 1837.

(*Ann. de chim. et de phys.*, 2e série, t. XLV, p. 169.)

L'existence des gaz dans le sang est intimement liée aux phénomènes de la respiration.

Nous extrayons de l'excellent *Traité de physiologie* publié par M. Longet, les lignes qui suivent, et qui sont relatives à l'objet qui nous occupe :

« De ces dernières expériences (celles de M. Magnus) faites en partie » sous le récipient de la machine pneumatique, et sur lesquelles se fonde » la théorie de l'échange des gaz dans les poumons, il résulte que les » corps gazeux contenus dans le sang sont au nombre de trois : l'*oxygène*, » l'*azote* et l'*acide carbonique*.

» En ce qui regarde spécialement l'oxygène, il paraît difficile d'ad- » mettre une simple dissolution de ce gaz dans le sang. On sait en effet » que la quantité d'un gaz dissous dans l'eau est toujours proportion- » nelle à la pression extérieure : or, en appliquant cette loi au cas dont » il s'agit, on arriverait à cette conséquence, que le sang des habitants » des régions où la pression atmosphérique n'est plus guère que 0m,380, » renfermerait moitié moins d'oxygène que le sang des habitants des » bords de la mer, où cette pression est de 0m,760. Mais, sans doute, la » précédente loi ne trouve pas ici d'application, parce qu'il y a inter- » vention de quelque affinité chimique. Si l'oxygène n'était que dissous » par le sang, s'il n'était pour ainsi dire que charrié par ce liquide, » comment s'expliquer le changement si instantané du sang veineux » qu'on agite avec de l'air ou mieux encore avec de l'oxygène ? Il y a tout » lieu de croire qu'outre l'échange qui s'opère alors entre l'acide car- » bonique de ce sang et l'oxygène, une combinaison très-instable s'ef- » fectue entre ce dernier gaz et quelqu'un des principes constitutifs du » sang.

» Beaucoup de physiologistes admettent aujourd'hui comme proba-

» ble que l'oxygène du sang se trouve contenu *surtout* dans les globules,
» et qu'il est même combiné plus spécialement avec leur hématosine ou
» matière colorante. Le premier de ces faits tend à ressortir d'expé-
» riences qui consistent après avoir battu, au contact de l'oxygène, du
» sang défibriné et encore pourvu de globules, à s'assurer que ce liquide
» possède en effet, à l'égard du principe viviflant de l'air, un pouvoir
» absorbant presque double de celui que possède un même volume de
» sérum, sans globules, battu dans le même milieu. Quant au second
» fait, c'est-à-dire la combinaison particulière de l'oxygène avec l'héma-
» tosine, on se rappelle le grand rôle attribué à l'élément principal de
» cette matière colorante, au *fer*. On a supposé que ce métal existe à
» l'état de protoxyde dans le sang veineux, et à l'état de peroxyde dans
» le sang artériel. Les changements que le sang éprouverait dans les
» poumons serait l'effet d'une *suroxydation*, et ceux qu'il subirait dans
» la circulation générale, notamment dans les capillaires, seraient l'effet
» d'une *réduction*. L'acide carbonique ne serait pas seulement charrié
» avec le peroxyde de fer du sang veineux, mais combiné avec lui, de
» sorte que les deux gaz (oxygène et acide carbonique) que nous avons vu,
» par leurs proportions relatives différentes, caractériser tour à tour les
» deux espèces de sangs, parcourraient le système vasculaire à l'état de
» combinaison et non de simple dissolution,

» Quoi qu'il en soit de cette manière de voir, il faut admettre que
» l'oxygène du sang, s'il est de préférence uni aux globules, y est engagé
» dans une combinaison fort instable qui ne l'empêche pas d'attaquer
» ultérieurement les matériaux combustibles du sang, mais qui sert
» uniquement à fixer cet agent et à faciliter son transport dans le torrent
» circulatoire; la force qui retient l'oxygène dans les globules est même
» assez faible, nous l'avons dit, pour permettre à ce gaz de se dégager
» en totalité, ou du moins en très-grande partie, quand on soumet le
» sang à l'action du vide.

» Il ne saurait y avoir aucun doute sur l'origine de l'oxygène contenu
» dans le sang; ce gaz provient évidemment de l'air atmosphérique,
» dont il forme un des principaux éléments. Quant à sa *destination phy-*
» *siologique*, l'oxygène, circulant avec le sang qui est le milieu de tous
» les phénomènes de nutrition, représente l'agent indispensable de la
» plupart des transformations qui s'accomplissent au sein de l'orga-
» nisme.

» Le *gaz acide carbonique* doit être au contraire regardé comme un des
» produits ultimes des transmutations nutritives; il est destiné à être éli-
» miné avec la vapeur d'eau, surtout par les voies respiratoires. Quand
» on considère la faible proportion de ce gaz dans l'air atmosphérique,
» et sa proportion considérable dans l'air expiré, il est, en effet, facile
» de se convaincre que l'acide carbonique est bien un *produit de l'orga-*
» *nisme* que les animaux rejettent dans les milieux ambiants, mais qu'il

» ne leur emprunte point; qu'ainsi ce gaz provient des tissus et des » humeurs mêmes de l'animal, et non du dehors.

» Tout en admettant qu'une partie de l'acide carbonique exhalé par » les surfaces respiratoires puisse s'y former au fur et à mesure de son » exhalation (aux dépens des carbonates qui passeraient de l'état acide » à l'état neutre, ou se décomposeraient à l'aide de quelque acide de » l'économie), on reconnaît assez généralement qu'une autre partie, » sans doute la plus considérable, existe à l'état de liberté et de simple » dissolution dans la masse même du sang.

» Déjà nous savons que la *liqueur du sang*, ou *plasma*, qui tient les glo- » bules en suspension et la fibrine en dissolution, se sépare, par l'effet » de la coagulation, en fibrine et en partie liquide ou *sérum :* or, ce » sérum, battu au contact d'une atmosphère d'acide carbonique, » dissout une plus grande quantité de ce gaz que ne le fait un égal » volume de même sang défibriné, contenant encore ses globules, » et battu dans les mêmes conditions. De la comparaison de cette » expérience avec celle qui a déjà été mentionnée à propos de l'oxy- » gène, il résulterait donc que si ce dernier gaz a de l'affinité surtout » pour les globules ou corpuscules du sang, l'acide carbonique en aurait » une plus grande, mais non exclusive, pour le sérum.

» Nous rappellerons que le phosphate de soude, un des sels du sang, » facilite singulièrement l'absorption de l'acide carbonique par le sang » veineux, et consécutivement, l'élimination de cet acide hors de l'or- » ganisme; que, d'autre part, c'est à l'aide de l'acide carbonique du sang » que le phosphate de chaux, autre élément salin de ce liquide, et si » généralement répandu dans l'organisme, devient sensiblement soluble; » le bicarbonate de soude et le chlorure de sodium contribuent aussi à » en dissoudre une partie.

» Quant à l'*azote*, sa présence dans le sang des animaux vivants a été » mise hors de contestation par les recherches de M. Ph. Enschut, et sur- » tout par celles de M. Magnus; il paraît être simplement dissous dans » ce liquide, c'est-à-dire qu'il se trouve là comme dans les eaux cou- » rantes, qui sont en libre communication avec l'atmosphère. Toutefois, » ainsi que l'a prouvé M. Magnus, le sang dissout plus d'azote que » l'eau n'en dissoudrait à la même température; il en dissout 1,70 à » 3,30 pour 100, ou environ dix fois autant que l'eau. La proportion de » l'azote dans le sang artériel ou veineux est moindre que celle des » deux gaz précédents; l'azote ne forme guère, en moyenne, plus du » dixième des gaz que le sang renferme. Du reste, on ne s'est point en- » quis de savoir, comme pour l'acide carbonique et pour l'oxygène, si » l'azote est spécialement dissous dans les globules ou dans le sérum.»

Voyons maintenant par quelles expériences M. Magnus et les autres physiologistes qui ont étudié cette question si importante, ont opéré, et quels sont les résultats auxquels ils sont arrivés.

On reçoit le sang, à la sortie du vaisseau, dans un flacon rempli de

mercure, et renversé sur la cuve à mercure; lorsque le mercure se trouve presque entièrement remplacé par du sang (artériel ou veineux), on le bouche hermétiquement et on l'agite vivement. Dans cette opération, le sang se trouve fouetté par le mercure divisé en globules autour desquels la fibrine ne tarde pas à se coaguler. Le sang ainsi défibriné est soumis à l'action du vide, pour lui enlever tous les gaz qu'il retient en dissolution.

Pour cela, on le fait passer sur la cuve à mercure, dans une cloche A (fig. 2) munie à sa partie supérieure d'un robinet C, et surmontée d'un tube de verre long et étroit B, fermé à sa partie supérieure, et muni lui-même d'un robinet D à sa partie inférieure. La quantité du sang introduit sous la cloche est d'environ 150 centimètres cubes. Quand cette opération est faite, on place la cloche plongeant dans une cuvette pleine de mercure, sur la platine de la machine pneumatique.

Fig. 2.

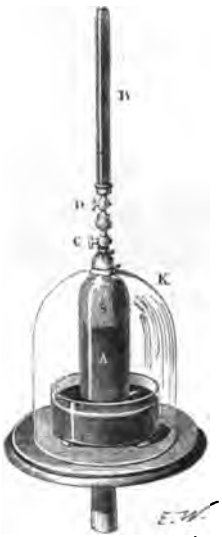

Fig. 3.

La cloche A est alors enveloppée d'une cloche plus grande K (fig. 3), qui s'adapte parfaitement à sa partie supérieure; on rend la jointure hermétique à l'aide d'une coiffe de caoutchouc. Cela fait, et les robinets C et D étant fermés, on fait le vide; le mercure s'abaisse dans la cloche K, ainsi que le sang qui occupe la partie supérieure, et l'on voit les gaz dissous dans le sang s'en dégager tumultueusement en faisant mousser le liquide; quand cette mousse est tombée, on ouvre les robinets, et le tube B se vide de mercure. On laisse alors rentrer lentement l'air dans la grande cloche, le niveau du mercure remonte dans A; quand le niveau du sang atteint le robinet C, on ferme ce robinet et l'on refait le vide: une nouvelle portion de gaz abandonne le sang, on le refoule dans le tube B en ouvrant de nouveau les robinets et laissant rentrer l'air, et

l'on recommence ainsi plusieurs fois; après quoi on ferme les robinets, on enlève le tube B, et l'on soumet à l'analyse le gaz qu'il renferme.

M. Magnus opérait toujours en laissant le sang pendant trois heures dans l'appareil.

Voici une partie des résultats obtenus par M. Magnus :

Quantités de gaz existant dans les deux sangs.

Sang artériel d'un cheval.....	125c.c.	donnent	9,8 de gaz	5,4 acide carbonique. 1,9 oxygène. 2,5 azote.
Sang veineux du même cheval.	205	—	12,2 —	8,8 acide carbonique. 2,3 oxygène. 1,1 azote.
Même sang.....	195	—	14,2 —	10,0 acide carbonique. 2,5 oxygène. 1,7 azote.
Sang artériel d'un cheval.....	130	—	16,3 —	10,7 acide carbonique. 4,1 oxygène. 1,5 azote.
Même sang.....	122	—	10,2 —	7,0 acide carbonique. 2,2 oxygène. 1,0 azote.
Sang veineux du même cheval.	170	—	18,9 —	12,4 acide carbonique. 2,5 oxygène. 4,0 azote.
Sang artériel de veau.....	123	—	14,5 —	9,4 acide carbonique. 3,5 oxygène. 1,6 azote.
Même sang.....	108	—	12,6 —	7,0 acide carbonique. 3,0 oxygène. 2,6 azote.
Sang veineux du même veau..	153	—	13,3 —	10,2 acide carbonique. 1,8 oxygène. 1,3 azote.
Le même.....	140	—	7,7 —	6,1 acide carbonique. 1,0 oxygène. 0,6 azote.

(M. Magnus, *Ann. de chim. et phys.* (2), t. LXV, p. 169.)

Ces nombres, rapportés à une moyenne, donnent pour 100 volumes de gaz extrait du sang, les rapports suivants :

	Sang artériel.	Sang veineux.
Acide carbonique.....	62,3	71,6
Oxygène.....	23,2	15,3
Azote...	14,5	13,1
	100,0	100,0

M. Lothar Meyer s'est servi, pour ses recherches sur les gaz du sang, d'un appareil entièrement différent de celui qu'employait M. Magnus.

A (*fig.* 4) est un ballon jaugeant de 750 à 1000 centimètres cubes. Son col, calibré et gradué, est long de 250 centimètres ; on connaît le rapport de la capacité du ballon à celle du col. A l'aide d'un gros tube de caoutchouc, *a*, on met le col de ce ballon en communication avec un ballon B dont le diamètre est de 45 à 50 millimètres.

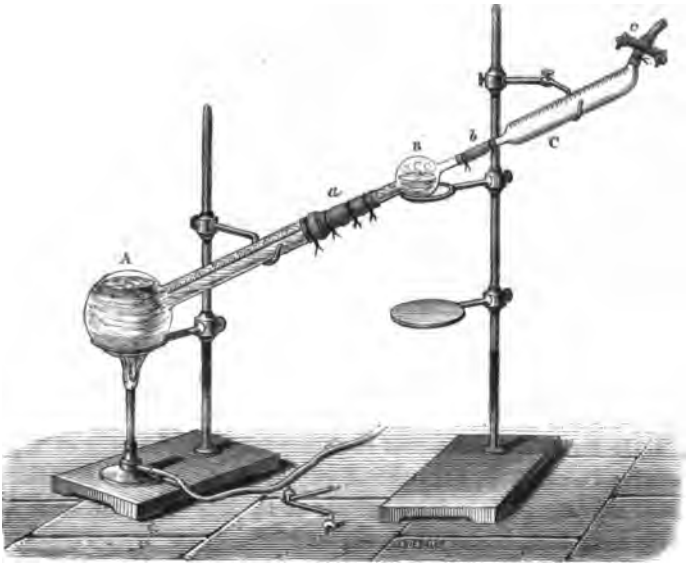

Fig. 4.

Le tube C qui sert à recueillir les gaz est mis en communication, en *b*, avec la pointe du ballon B ; dans son extrémité libre, on engage un tube de caoutchouc *c* qui est fermé à l'aide d'une pince à vis. Cette pince est représentée ouverte en *p*. A l'aide de pinces semblables on peut à volonté interrompre ou rétablir la communication entre A et B et entre B et C.

Pour recueillir, à l'aide de cet appareil, les gaz dissous dans le sang, on opère de la manière suivante :

Le ballon A, rempli d'eau bouillante parfaitement privée d'air, est hermétiquement fermé et renversé dans un vase rempli d'eau bouillie. Quand il est refroidi, on enlève la plus grande partie de l'eau du col à l'aide d'un siphon, et on la remplace rapidement par du sang. Pour cela, on fait arriver au-dessous du niveau de l'eau dans le col un petit tube de caoutchouc qui se trouve en communication avec une petite canule d'argent et à robinet ; l'extrémité supérieure de cette canule est engagée directement dans la veine ou dans l'artère d'un animal, et l'on a eu soin de remplir préalablement de sang la canule et le tube de caoutchouc lui-même. On laisse couler environ 50 centimètres cubes de sang, dont il est facile de déterminer le volume en lisant la division à laquelle s'arrête la colonne du liquide avant et après l'arrivée du sang dans le ballon. On achève ensuite de le remplir avec de l'eau bouillie, et

on le ferme en serrant la pince à vis sur la coiffe de caoutchouc. Dans l'extrémité libre de cette coiffe on engage alors le tube à boule B qu'on remplit à moitié d'eau bouillie et à l'extrémité duquel on ajuste ensuite le tube C.

L'appareil étant ainsi disposé et incliné, comme le représente la figure, on fait bouillir vivement l'eau de la boule B. Au bout de dix minutes, et pendant que la vapeur s'élance encore à plein jet hors du tube, on en ferme l'orifice à l'aide d'une pince à vis et l'on enlève immédiatement la lampe. Le vide est ainsi fait dans l'appareil. On laisse refroidir, et, après avoir ouvert la communication entre A et B, on rapproche le tube B du col du ballon A jusqu'à les faire toucher, puis on chauffe doucement le liquide contenu dans le ballon A. A la température où il entre en ébullition, le sang, très-étendu d'eau, ne se coagule pas, et, grâce à cette dissolution, il ne se forme pas de mousse dans l'appareil. Au bout d'une demi-heure d'ébullition, les gaz se sont dégagés en entier et se sont rendus dans l'espace vide au-dessus de *b*; il s'agit de les confiner dans le tube C. Pour cela on conduit l'ébullition de telle manière que la vapeur qui se dégage, et qui se trouve en partie retenue en A, grâce à l'inclinaison du ballon, fasse monter le liquide de B, jusqu'en *b*. On ferme à ce moment la communication entre A et B, puis on fait bouillir l'eau en B; l'ébullition en chasse une petite quantité en C; on la fait bouillir pour la faire refluer en B, puis on ferme en *b*. Les gaz libres du sang sont renfermés ainsi en *c*.

Il s'agit maintenant de recueillir l'acide carbonique combiné dans le sang qui a déjà abandonné les gaz qui y étaient simplement dissous. On y arrive à l'aide d'une nouvelle série d'opérations analogues, après avoir introduit dans le ballon A quelques fragments d'acide tartrique. Le tableau suivant indique les résultats obtenus par M. L. Meyer à l'aide de cette méthode.

Tableau indiquant les quantités de gaz contenus dans le sang, d'après M. Lothar Meyer.

100 volumes de sang renferment, à 0° et sous une pression de $0^m,760$:

NATURE DU SANG.	Gaz libres.	Oxygène.	Azote.	Acide carbonique libre.	Acide carbonique combiné.	QUANTITÉ TOTALE de CO^2.	QUANTITÉ TOTALE de gaz.
Artère carotide (chien n° 2).	»	»	»	»	23,75	»	»
— chien n° 1..	20,88	12,43	2,83	5,62	28,61	34,23	49,47
— chien n° 2..	»	(3,79)*	(2,94)	»	»	(27,10)	(38,84)
— chien n° 2..	28,24	18,41	4,55	5,28	20,97	26,25	49,21
— chien n° 1..	25,50	14,29	5,04	6,17	28,58	34,75	54,08
Sang de veau défibriné, agité	17,04	11,55	4,40	1,09	18,12	19,21	35,16
avec de l'air.....	»	(5,81)	(4,12)	»	»	(21,56)	(35,49)

* Les chiffres placés entre parenthèses se rapportent à des expériences dans lesquelles on a ajouté immédiatement de l'acide tartrique au sang, avant de le faire bouillir.

Ces nombres se rapprochent beaucoup de ceux obtenus par M. Magnus.

M. L. Meyer s'est aussi occupé de l'absorption directe des gaz par le sang.

A la pression d'une atmosphère, et à la température de 11° à 12°, 100 volumes de sang, en contact avec une atmosphère d'acide carbonique pur, absorbent 178,3 volumes de ce gaz.

La quantité d'acide carbonique absorbée par le sang dans ces conditions se décompose en deux parties: l'une s'ajoute à l'acide carbonique qui y est déjà chimiquement combiné; indépendante de la pression, cette quantité n'est pas soumise aux lois ordinaires de l'absorption; l'autre est simplement dissoute, elle varie avec la pression.

100 volumes de sang absorbent, à la température ordinaire et sous la pression normale, de 9,2 à 9,5 de gaz oxygène. Cette absorption est à peu près indépendante de la pression, ce qui prouve que l'oxygène n'est pas simplement dissous, mais qu'il entre réellement en combinaison avec le sang, circonstance importante à considérer en physiologie, puisqu'elle tend à soustraire à l'influence de la pression les phénomènes de l'hématose et de la respiration. Nous avons déjà vu que l'oxygène existe dans le sang, combiné surtout avec les globules.

Lorsque le sang devient plus aqueux, c'est-à-dire à mesure que la proportion des globules va en diminuant, la proportion d'oxygène qu'il peut entraîner à l'état de combinaison diminue rapidement, celle qu'il absorbe à l'état de simple dissolution augmente au contraire.

(M. L. Meyer, *Ann. de chim. et phys.*, (3) t. LIII, p. 230.)

M. Claude Bernard a utilisé pour le dosage de l'oxygène contenu dans le sang une propriété remarquable de l'oxyde de carbone. Il a reconnu que ce gaz empoisonne les animaux parce qu'il déplace instantanément l'oxygène des globules du sang, et ne peut plus après cela être remplacé par l'oxygène de l'air; qu'il empoisonne par conséquent en raison d'une affinité toute spéciale qu'exercent sur lui les globules du sang.

Partant de cette observation, M. Cl. Bernard dose l'oxygène du sang de la manière suivante:

On aspire le sang d'un animal au moyen d'une seringue, et on l'introduit rapidement, à l'aide d'une canule courbe, dans un tube gradué placé sur le mercure et rempli en partie d'oxyde de carbone; on l'agite pour empêcher la coagulation et on le place dans une étuve chauffée à 40° environ, où on l'abandonne pendant plusieurs heures, en ayant soin de l'agiter deux ou trois fois. L'oxyde de carbone déplace l'oxygène volume à volume, et l'on procède par les méthodes ordinaires au dosage de l'oxygène contenu dans le mélange.

(M. Cl. Bernard, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 393.)

RESPIRATION.

La respiration a pour objet de donner au sang l'oxygène qui est utile et indispensable aux phénomènes de l'assimilation, et en même temps d'enlever au sang l'acide carbonique dont il est chargé.

Chez les mammifères et les oiseaux, le sang revenant de toutes les parties du corps rentre dans l'oreillette et le ventricule droits; puis il est lancé du ventricule droit dans l'artère pulmonaire, et de là dans le poumon, où, en contact avec l'air, il subit des changements chimiques qui constituent la respiration ou l'hématose, c'est-à-dire qu'il abandonne son acide carbonique et absorbe de l'oxygène, dont une partie se combine avec les globules sanguins; ensuite il est emporté par les veines pulmonaires, qui le reportent dans les cavités gauches du cœur, d'où il retourne dans toutes les parties du corps.

Le sang des cavités droites, ou *sang veineux*, et le sang des cavités gauches, ou *sang artériel*, diffèrent l'un de l'autre par suite des changements que l'acte respiratoire a produits sur certains éléments du sang au moment de son passage dans le poumon.

Les phénomènes chimiques de la respiration doivent être étudiés dans les modifications que le sang subit en traversant le poumon, et dans les modifications que l'air éprouve par son contact avec le sang.

On sait que les cellules pulmonaires permettent l'endosmose des gaz, et par suite de l'oxygène de l'air, qui, en se dissolvant dans le sang, expulse l'acide carbonique que le sang contient.

Les animaux peuvent agir sur l'air par les poumons ou par la peau; aussi connaît-on deux espèces de respirations : la *respiration pulmonaire* et la *respiration cutanée*.

Pour les animaux à sang chaud, la respiration pulmonaire est beaucoup plus active que l'autre respiration. En enfermant pendant plusieurs jours un animal dans un sac imperméable rempli d'air et en faisant en sorte que la tête soit en dehors du sac, on a reconnu que la composition de l'air confiné dans le sac n'était pas sensiblement modifiée.

Chez les animaux à sang froid, la respiration cutanée est au contraire très-active et peut même quelquefois remplacer la respiration pulmonaire. Ainsi les grenouilles vivent plusieurs jours après qu'on leur a enlevé les poumons.

L'ensemble des fonctions cutanées et pulmonaires a été appelé *perspiration*.

Les expériences les plus simples démontrent que dans l'acte de la respiration il se dégage de l'acide carbonique : ainsi l'air ordinaire contient environ $\frac{3}{1000}$ d'acide carbonique, tandis que l'air provenant de l'expiration peut en contenir jusqu'à $\frac{4}{100}$.

On a pensé pendant longtemps, d'après les idées de Laplace et de Lavoisier, que c'était dans le poumon même que se produisait cette

espèce de combustion, c'est-à-dire la transformation d'une partie de l'oxygène de l'air en acide carbonique. Il est bien établi maintenant que dans le poumon l'oxygène de l'air entre seulement en dissolution dans le sang et en déplace l'acide carbonique qui s'y était produit; et que c'est ensuite dans la circulation, et par l'effet des phénomènes d'assimilation, que l'oxygène de l'air se change en acide carbonique.

Nous allons, du reste, faire connaître les différentes théories qui ont été émises successivement sur la respiration, et nous arriverons ensuite au travail si important qui a été publié sur ce sujet, dans ces derniers temps, par MM. Regnault et Reiset.

Au XVIIe siècle, R. Boyle soutient que la respiration a pour but de purifier le sang et de lui enlever dans les poumons une *matière excrémentitielle*. Dans des expériences très-nombreuses faites sur des mammifères, des reptiles, des oiseaux, des poissons, il démontre que l'air est utile à la respiration; ses expériences se font au moyen de la machine pneumatique.

A la même époque, J. Mayow fait également des expériences très-intéressantes sur la respiration des animaux. Il place des souris dans une cloche fermée par une membrane humide, et voit cette membrane se déprimer intérieurement. Il dit qu'un animal fait disparaître en respirant une partie de l'air contenu dans la cloche, et qu'il remplace ainsi une bougie dans l'application d'une ventouse : il compare donc la respiration à une combustion. Il dit que les particules aériennes absorbées par la respiration changent le sang noir veineux en sang artériel rouge.

Malheureusement une mort prématurée vint enlever à la science J. Mayow, qui se trouvait sur la voie de toutes les découvertes qui, un siècle plus tard, ont illustré avec tant de raison Lavoisier.

Enfin, Lavoisier, tantôt seul, tantôt en compagnie de Laplace et de Seguin, publie sur la respiration des travaux d'une haute importance.

Nous croyons devoir reproduire ici quelques-unes des opinions de Lavoisier.

1° L'air introduit dans le poumon *brûle* une partie du carbone du sang pour faire de l'acide carbonique.

2° Il ne se fait pas seulement dans le poumon une combustion de carbone, mais encore une combustion d'hydrogène et une formation d'eau.

3° La proportion d'azote contenue dans l'air ne varie pas sensiblement dans l'acte de la respiration.

4° La consommation d'oxygène et la production d'acide carbonique varient pour le même individu : la quantité d'acide carbonique est plus grande pendant la digestion ; elle augmente dans l'état de mouvement et d'agitation.

On reproche à Lavoisier de s'être trompé en adoptant le poumon comme siége exclusif de la respiration. Mais après tout, son idée fondamentale, celle d'une *combustion*, subsiste, et du reste Lavoisier ne regardait la combustion directe dans le poumon que comme une probabilité

plus grande que la combustion dans les autres vaisseaux circulatoires. Voici en effet ce qu'il écrit à la fin de son *Mémoire sur la respiration :*

« Nous ne nous dissimulons pas une objection qu'on peut faire et que » nous nous sommes faite à nous-mêmes, contre la théorie que nous » venons de présenter. Aucune expérience ne prononce d'une manière » décisive que le gaz acide carbonique qui se dégage pendant l'expira- » tion se soit formé immédiatement dans le poumon ou dans le cours » de la circulation par la combinaison de l'oxygène de l'air avec le car- » bone du sang. Il serait possible qu'une partie de cet acide carbonique » se formât par la digestion, qu'il fût introduit dans la circulation avec » le chyle ; enfin que, parvenu dans le poumon, il fût dégagé du sang, » à mesure que l'oxygène se combine avec celui-ci par une affinité » supérieure. »

(*Œuvres complètes* de LAVOISIER, t. II, p. 702.)

Pour Lavoisier, la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux :

« La *respiration*, qui, en opérant dans le poumon, *et peut-être aussi dans* » *d'autres endroits du système*, une combustion lente d'une partie de l'hy- » drogène et du carbone que contient le sang, produit un dégagement de » calorique absolument nécessaire à l'entretien de la chaleur animale.

» La *transpiration*, qui, en occasionnant une perte de l'humeur trans- » pirable, facilite le dégagement d'une certaine quantité de calorique » nécessaire à la dissolution de cette humeur dans l'air environnant, et » empêche conséquemment, par le refroidissement continuel que pro- » duit ce dégagement, que l'individu ne prenne un degré de température » supérieur à celui qu'a fixé la nature.

» La *digestion*, qui, fournissant au sang de l'eau, de l'hydrogène et du » carbone, rend habituellement à la machine ce qu'elle perd par la trans- » piration et par la respiration, et rejette ensuite au dehors, par les » déjections, les substances qui nous sont nuisibles ou superflues. »

(*Œuvres complètes* de LAVOISIER, t. II, p. 704.)

Toutes les recherches qui ont été entreprises dans ces dernières années sur la respiration ont confirmé les vues profondes de Lavoisier. Cependant plusieurs questions relatives à la respiration restaient encore à résoudre.

Lavoisier, Laplace et Seguin avaient admis que les seuls produits de la respiration étaient de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. MM. Allen et Pepys conclurent de leurs recherches que pendant la respiration il se forme seulement de l'acide carbonique. Edwards constata que l'acide carbonique exhalé est toujours mélangé d'azote, et que l'azote rejeté par l'animal est remplacé par une quantité de ce gaz plus ou moins équivalente, provenant du sang ou d'une partie indéterminée du corps. Dulong et Despretz confirmèrent l'opinion d'Edwards sur l'exhalation de l'azote dans la respiration, et ils crurent reconnaître en outre que la quantité d'azote expirée s'élevait au quart environ de la

quantité d'oxygène cédée par l'air. Enfin, MM. Valentin et Brunner assimilèrent la respiration au phénomène de diffusion qui s'opère entre deux gaz séparés par un diaphragme, et que l'on peut formuler ainsi :

Lorsque deux gaz, sans affinité chimique l'un pour l'autre, sont séparés par une membrane poreuse, et soumis à des pressions égales, il y a diffusion des deux gaz l'un dans l'autre, jusqu'à ce que les volumes échangés soient entre eux en raison inverse des racines carrées de leurs densités.

D'après ces dernières observations, la quantité de gaz rejetée par un animal devait donc être à peu près constante.

On a cru aussi qu'il existait un rapport constant entre la quantité d'acide carbonique produit et la quantité d'oxygène dissous dans le sang; et que la quantité d'acide carbonique était un peu inférieure à la quantité d'oxygène disparue, parce qu'une partie de l'oxygène avait servi à former de l'eau.

Pour étudier la respiration, on plaçait les animaux dans un espace limité, rempli d'air atmosphérique, dont on déterminait l'altération au bout de quelque temps. D'après MM. Regnault et Reiset, cette manière d'opérer est défectueuse : d'abord, parce que l'animal, se trouvant trop rapidement dans une atmosphère viciée, ne respire plus comme à l'air libre ; ensuite, parce qu'il est difficile d'apprécier exactement sur une aussi petite quantité les changements éprouvés par l'atmosphère dans sa composition. De là venaient sans doute les différences que nous avons signalées dans les résultats obtenus.

Pour obvier à ces inconvénients, MM. Regnault et Reiset imaginèrent un appareil permettant à l'animal de vivre pendant plusieurs jours dans un volume d'air limité et dont la composition se trouvait toujours ramenée à celle de l'atmosphère ambiante par le jeu même de l'appareil (1). Les variations, ayant lieu alors sur de grandes masses, purent être déterminées exactement.

L'appareil de MM. Regnault et Reiset (*fig.* 5), destiné à étudier tous les phénomènes de la respiration, se compose d'une cloche de verre A, de 45 litres de capacité, fermée hermétiquement à sa partie inférieure par un disque de fonte DD′ qu'on peut enlever à volonté, et mise en rapport, par sa partie supérieure, d'un côté avec une série de vases N, N′, N″, remplis d'oxygène, de l'autre avec un récipient contenant une dissolution titrée de potasse. Les communications avec ce dernier sont établies à l'aide de tubes de caoutchouc *j′* et *j′*.

Le récipient à potasse est formé de deux pipettes C et C′ d'une égale dimension, placées verticalement l'une à côté de l'autre, communiquant entre elles par leur partie inférieure au moyen d'un tube de caout-

(1) Plusieurs essais préalables ayant montré que la nourriture et les excréments ne vicient l'air qu'après un temps assez long, on plaçait dans la cloche la ration habituelle des animaux.

chouc *qq'* et portant à leur partie supérieure des tubes métalliques *m m'* auxquels s'adaptent les tubes *j* et *j'*. Une manivelle adaptée aux pipettes, par l'intermédiaire d'un double arc de cercle, permet de les élever et de les abaisser alternativement dans une direction verticale, ce

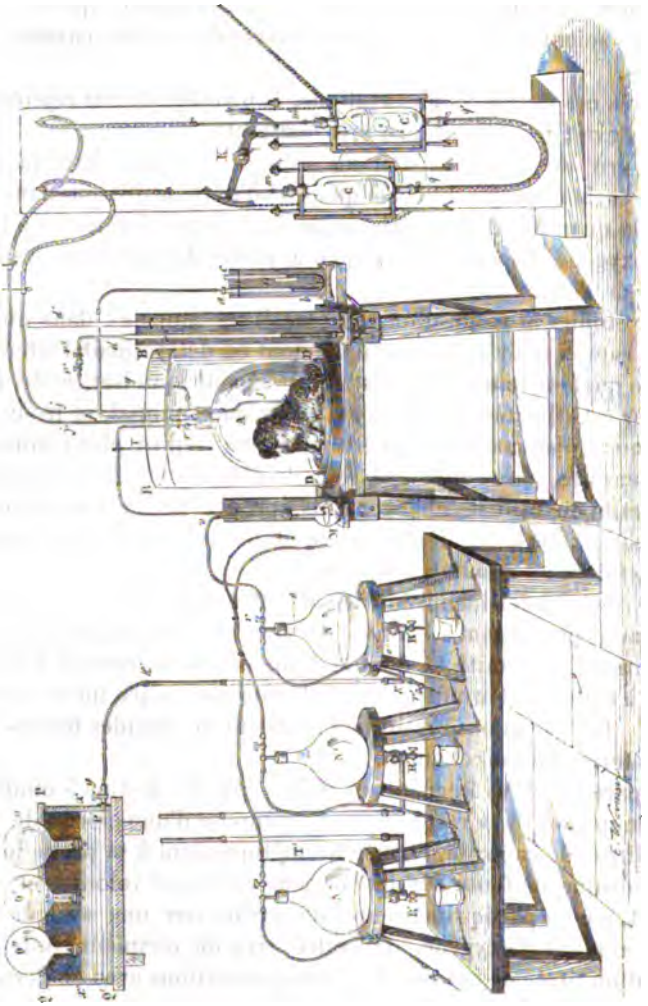

Fig. 5.

qui détermine des variations continuelles dans le niveau de la liqueur alcaline, et facilite, par l'agitation qui en résulte, l'absorption de l'acide carbonique qui doit se produire pendant l'expérience.

Pour faire comprendre le jeu de ces pipettes, supposons un instant qu'elles soient placées toutes les deux à la même hauteur ; le niveau de la dissolution alcaline sera le même dans chacune d'elles. Si l'on

élève une de ces pipettes, le liquide qu'elle renferme s'écoulera dans la seconde, déplacera un certain volume d'air et le chassera dans la cloche. Cet air, qui est resté longtemps en contact avec la dissolution de potasse, ne contient plus d'acide carbonique. Son introduction dans la cloche nécessite la sortie d'un égal volume de gaz qui se rend dans la pipette supérieure, où il perd aussi son acide carbonique. Si l'on abaisse maintenant cette dernière pipette au-dessous de l'autre, la liqueur que contient celle-ci y afflue, déplace l'air, et l'oblige à rentrer dans la cloche, pour en faire sortir en même temps une quantité égale.

En faisant donc mouvoir ce double aspirateur à potasse, on force successivement toutes les portions de l'air de la cloche à passer sur la dissolution alcaline, qui absorbe l'acide carbonique produit pendant la respiration de l'animal.

Le gaz absorbé par la potasse est remplacé aussitôt par un égal volume d'oxygène venant des ballons jaugés N, N′, N″, qui communiquent avec la cloche et dans lesquels est entretenue une pression équivalente au poids d'une colonne de mercure d'un centimètre de hauteur, à l'aide d'un réservoir PQP′Q′, rempli d'une dissolution de chlorure de calcium, placé à une certaine hauteur et dont le niveau se maintient à la même hauteur à l'aide des ballons O, O′, O″. Ce réservoir communique, par un tube coudé *kk′g*, avec les vases remplis d'oxygène. L'oxygène ou l'air, avant d'entrer dans la cloche, traverse un flacon laveur M, rempli de potasse.

Un manomètre *abc*, adapté à la cloche, permet de constater si le volume du gaz qu'elle contient augmente ou diminue, un autre tube manométrique communique avec le récipient, et sert à enlever une petite portion d'air pour l'analyser, en manœuvrant les robinets *r′* et *r″*. Enfin, un manchon de verre extérieur, BB′ DD′, rempli d'eau chaude, entretient ce gaz à la même température.

Si les seuls produits de la respiration sont de l'eau et de l'acide carbonique, l'augmentation de poids que subissent les pipettes à potasse représente à la fois ces deux corps. En dosant l'acide carbonique que contient la potasse, on arrive à connaître par différence la quantité d'eau produite. Seulement, comme la cloche peut renfermer encore une petite quantité d'acide carbonique qui n'a pas été absorbée, on doit, à la fin de l'expérience, recueillir une partie de cet air, l'analyser et ajouter la quantité d'acide carbonique déduite de ce dosage à celle précédemment obtenue. Si, outre l'acide carbonique et l'eau, il se dégage de l'azote, la proportion de ce gaz est déterminée par l'analyse.

Les diverses opinions précitées pouvaient donc être vérifiées à l'aide de cet appareil.

MM. Regnault et Reiset ont reconnu que les animaux ne se prêtaient pas tous avec la même facilité aux expériences physiologiques : ils ont trouvé plusieurs espèces d'animaux qui, placés sous la cloche d'expérimentation, se laissaient mourir de faim en présence des aliments. On était donc réduit à étudier les animaux dans les conditions où ils voulaient se

mettre : de là l'*état d'inanition* et l'*état d'alimentation*, qui chez les différents animaux ont été étudiés par MM. Regnault et Reiset.

Les chats sont méfiants et ne mangent pas. Le canard, en solitude, ne prend pas d'aliments. La poule mange et pond, mais mange constamment ses œufs, intérieur et coquille. Le chien et le lapin sont d'abord étonnés de se trouver emprisonnés, mais finissent par prendre de la nourriture. Nous reproduisons du reste ici textuellement les conclusions qui terminent le beau travail de MM. Regnault et Reiset :

« *Mammifères et oiseaux.* — 1° Lorsque ces divers animaux sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote, mais la quantité de ce gaz est très-petite : elle ne s'élève jamais à $\frac{1}{100}$ du poids de l'oxygène consommé, et, le plus souvent, elle est moindre que 1 centième.

» 2° Quand les animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de l'azote, et la proportion d'azote absorbé varie entre les mêmes limites que celle de l'azote exhalé dans les cas où les animaux sont soumis à leur régime habituel. L'absorption de l'azote s'est montrée presque constamment chez les oiseaux à l'inanition, mais jamais chez les mammifères.

» 3° Lorsque, après avoir été plusieurs jours à l'inanition, l'animal est soumis à un régime alimentaire très-différent de son régime habituel, il absorbe souvent encore de l'azote pendant quelque temps; probablement jusqu'à ce qu'il se soit fait à son nouveau régime. Il rentre alors dans le cas général et dégage de l'azote.

» 4° Si l'animal est souffrant par suite du régime alimentaire auquel il est soumis, ou peut-être par d'autres causes, il absorbe de l'azote.

» Cette alternative de dégagement et d'absorption d'azote que présente le même animal lorsqu'il est soumis à divers régimes, est favorable à l'opinion d'Edwards, qui admet que le dégagement et l'absorption d'azote ont toujours lieu simultanément pendant la respiration, et que l'on n'observe jamais que la résultante de ces deux effets contraires.

» 5° Le rapport entre la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la quantité totale d'oxygène consommé paraît dépendre beaucoup plus de la nature des aliments que de la classe à laquelle appartient l'animal. Ce rapport est le plus grand lorsque les animaux se nourrissent de grains, et il dépasse souvent l'unité. Quand ils se nourrissent de viande, ce rapport est plus faible et varie de 0,62 à 0,80. Avec le régime des légumes, le rapport est en général intermédiaire entre celui que l'on observe avec le régime de la viande et celui que donne le régime du pain.

» 6° Ce rapport est à peu près constant pour les animaux de même espèce qui sont soumis à une alimentation parfaitement uniforme, comme cela est facile à réaliser pour les chiens ; mais il varie notablement pour les animaux d'une même espèce, et pour le même animal soumis au même régime, mais dont on ne peut pas régler l'alimentation, comme les poules.

» 7° Lorsque les animaux sont à l'inanition, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé est à peu près le même que celui que l'on observe pour le même animal soumis au régime de la viande. Il est cependant, en général, un peu plus faible. L'animal, à l'inanition, ne fournit à la respiration que sa propre substance, qui est de la même nature que la chair qu'il mange, lorsqu'il est soumis au régime de la viande. Tous les animaux à sang chaud présentent donc, lorsqu'ils sont à l'inanition, la respiration des animaux carnivores.

» 8° Le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé varie, pour le même animal, depuis 0,62 jusqu'à 1,04, suivant le régime auquel il est soumis. Il est donc loin d'être constant, comme cela était supposé par MM. Brunner et Valentin.

» 9° Lavoisier avait cherché à prouver que la chaleur dégagée par un animal dans un temps donné est précisément égale à celle que produiraient, par une combustion vive dans l'oxygène, le carbone contenu dans l'acide carbonique produit, et l'hydrogène qui formerait de l'eau avec la portion de l'oxygène consommée ne se retrouvant pas dans l'acide carbonique. »

Ce phénomène de production de chaleur par les réactions chimiques qui se passent dans l'animal est dû à des réactions plus complexes que ne l'avait admis Lavoisier. Les substances animales qui se brûlent par la respiration sont formées de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène; la quantité de chaleur dégagée dans cette combustion est évidemment différente de celle que produiraient les mêmes éléments en brûlant à l'état de liberté; d'ailleurs une partie des substances animales est entraînée par les excrétions (urée, acide urique) : « C'est donc par une coïncidence toute fortuite que les quantités de chaleur dégagées par un animal se sont trouvées, dans les expériences de Lavoisier, de Dulong et de Despretz, à peu près égales à celles que donneraient en brûlant le carbone de l'acide carbonique produit et l'hydrogène de l'eau formée.

» 10° Les quantités d'oxygène consommées par le même animal dans des temps égaux varient beaucoup suivant les diverses périodes de la digestion, l'état de mouvement, et suivant une foule de circonstances qu'il est impossible de spécifier. Pour les animaux d'une même espèce et à égalité de poids. la consommation d'oxygène est bien plus grande chez les jeunes individus que chez les adultes ; elle est plus grande chez les animaux maigres, mais bien portants, que chez les animaux très-gras.

» 11° La consommation d'oxygène faite dans des temps égaux par des poids égaux d'animaux appartenant à la même classe varie beaucoup avec la grosseur absolue. Ainsi elle est 10 fois plus grande chez les petits oiseaux, tels que les moineaux et les verdiers, que chez les poules.

» Comme ces diverses espèces possèdent la même température, et que les plus petites présentent comparativement une surface beaucoup plus

grande à l'air ambiant, il faut que les causes de chaleur agissent plus énergiquement et que la respiration soit plus abondante.

» 12° Les animaux à sang chaud ne dégagent par la respiration que des quantités infiniment petites et presque indéterminables d'ammoniaque et de gaz sulfuré.

» *Mammifères hibernants.* — Les mammifères, tels que la marmotte, absorbent de l'azote, et le rapport de la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique dégagé à celle de l'oxygène consommé est beaucoup plus faible, car il ne s'élève quelquefois qu'à 0,4. Il en résulte que ces animaux augmentent de poids par la seule respiration. Mais cette augmentation n'est pas indéfinie, parce que de temps en temps l'animal rend des urines.

» 13° La consommation d'oxygène par les marmottes engourdies est faible; elle ne s'élève qu'à $\frac{1}{30}$ de celle qu'exigent les marmottes éveillées; et il est possible que cette consommation soit plus petite, lorsque ces animaux sont exposés à une température beaucoup plus basse qu'ils ne l'ont été dans les expériences.

» 14° Au moment où les marmottes sortent de léthargie, la respiration devient extrêmement active, et, pendant la période de leur réveil, elles consomment plus d'oxygène que lorsqu'elles sont complétement éveillées.

» 15° Les marmottes engourdies peuvent séjourner longtemps, sans en éprouver d'effets fâcheux, dans un air pauvre en oxygène, qui asphyxie en quelques instants une marmotte éveillée.

» 16° *Animaux à sang froid.* — La respiration des reptiles consomme, à poids égal, beaucoup moins d'oxygène que celle des animaux à sang chaud; mais elle ne diffère pas sensiblement de cette dernière sous le rapport de la nature et de la proportion des gaz absorbés et dégagés. Les expériences ont donné tantôt un dégagement, tantôt une absorption d'azote.

» 17° Les grenouilles auxquelles on a enlevé les poumons continuent à respirer à peu près avec la même activité que lorsqu'elles étaient intactes; elles vivent souvent pendant plusieurs jours, et les proportions de gaz absorbé et dégagé diffèrent peu de celles que l'on remarque sur les grenouilles intactes. Ce fait semble démontrer que la respiration des grenouilles a lieu principalement par la peau. »

La respiration des vers de terre est comparable à celle des grenouilles. Mais celle des insectes est plus active; elle dépense, à poids égal, à peu près autant d'oxygène que celle des mammifères.

Enfin, les animaux de diverses classes peuvent respirer normalement dans une atmosphère contenant deux ou trois fois plus d'oxygène que l'air ambiant, ou bien dans une atmosphère dont une partie de l'azote est remplacée par de l'hydrogène. Seulement, dans ce dernier cas, la respiration s'active davantage.

Nous renvoyons, pour les quantités de gaz dissous dans le sang veineux et le sang artériel, à l'article que nous avons consacré aux gaz contenus dans le sang.

DIGESTION.

M. Longet, dans son *Traité de physiologie*, définit la digestion, *une fonction qui a pour but immédiat d'extraire des aliments les principes de réparation, et de rendre ceux-ci propres à être absorbés et versés dans le torrent circulatoire ;* après elle, commence la série des transformations successives que doivent éprouver les aliments pour passer à l'état de *matière nutritive* ou assimilable.

On distingue deux ordres de phénomènes dans l'acte de la digestion: les *phénomènes mécaniques* et les *phénomènes chimiques;* nous ne nous occuperons en détail que des seconds, et nous mentionnerons simplement la série des phénomènes mécaniques. Ce sont :

1° La préhension des aliments;
2° La mastication ;
3° La déglutition;
4° Les mouvements de l'estomac;
5° La rumination (chez certains animaux) ;
6° Les mouvements des intestins.
7° La défécation.

Les changements que les aliments éprouvent dans le tube alimentaire sous l'influence des sucs intestinaux constituent les phénomènes *digestifs* proprement dits, tandis que les modifications qui leur arrivent ensuite dans le sang au contact de l'oxygène puisé dans le poumon, constituent les phénomènes de l'*assimilation*.

Aliments. — Toutes les substances qui peuvent servir d'aliments sont en général d'origine animale ou végétale. Elles ne possèdent pas ordinairement de caractères chimiques saillants, et elles se distinguent par leur neutralité.

Malgré la diversité de leur origine et de leur forme physique, toutes les substances alimentaires peuvent être, au point de vue chimique et physiologique, rangées en deux classes, suivant qu'elles contiennent ou non de l'azote.

ALIMENTS SIMPLES AZOTÉS.

D'origine animale.	D'origine végétale.
Albumine.	Albumine végétale.
Fibrine.	Fibrine végétale (gluten).
Hématosine.	Émulsine, etc.
Caséine.	Caséine végétale (légumine).
Gélatine.	Fungine, gliadine, mucine.
	Gélatine végétale (pectine).

ALIMENTS SIMPLES NON AZOTÉS.

D'origine animale.	D'origine végétale.
Sucre de lait.	Amidon.
Acide lactique.	Dextrine.
Graisses et huiles.	Sucres.
	Gommes.
	Sucs acides.
	Huiles grasses.

La réunion naturelle des principes azotés et des principes non azotés, en proportion déterminée, paraît indispensable à la constitution d'un véritable aliment. Un animal nourri uniquement de principes non azotés ne tarde pas à dépérir, et finit par succomber après une période plus ou moins longue (une trentaine de jours pour un chien), si on lui fait continuer ce régime.

L'usage exclusif des aliments azotés, d'origine végétale ou d'origine animale, est pareillement insuffisant et nuisible à l'entretien de la vie des animaux.

Le rôle des principes azotés et celui des principes non azotés n'est pas le même: les premiers, tels que les matières albuminoïdes, servent spécialement à la rénovation des tissus; les autres sont chargés surtout de fournir les matériaux destinés à entretenir la chaleur animale, c'est-à-dire le carbone et l'hydrogène: parmi ces derniers, se trouvent les matières sucrées et les matières amylacées. Ce sont ces rôles différents qui ont fait diviser les aliments en *aliments plastiques* et en *aliments respiratoires*.

Fluides digestifs. — C'est en définitive sur les principes alimentaires ci-dessus mentionnés que les liquides intestinaux doivent agir successivement. Quand on observe les instincts variés des animaux qui les portent à se nourrir tantôt de substances végétales, tantôt de substances animales, et quand on examine les dispositions particulières qu'affecte leur tube intestinal, on pourrait croire qu'il existe chez eux des différences profondes dans les phénomènes digestifs. Cependant ces différences ne sont qu'apparentes et tout à fait secondaires; car, chez l'homme et chez les animaux, on rencontre toujours un certain nombre de liquides sécrétés qui agissent chimiquement de la même manière sur les substances alimentaires simples.

Ces fluides intestinaux sont :

1° La salive;
2° Le suc gastrique;
3° La bile;
4° Le suc pancréatique;
5° Le suc intestinal.

SALIVE.

La salive est un fluide qui arrive à peu près continuellement dans la bouche, mais en plus grande abondance au moment de la mastication et de la déglutition des aliments. Chez l'homme, elle est fournie par six glandes, qui sont : les deux parotides, les deux sous-maxillaires et les deux sublinguales ; il faut y joindre encore les glandules labiales et massétérines.

D'après M. Cl. Bernard, la salive fournie par ces différentes glandes est différente, et leur rôle n'est pas le même ; il y a une salive pour la *mastication*, une salive pour la *déglutition*, et une salive pour la *gustation*.

Toutes les glandes salivaires sécrètent la salive d'une manière continue, avec de fréquentes variations. Les diverses salives mêlées entre elles et au mucus, au fur et à mesure de leur sécrétion, concourent, chacune suivant sa quantité, à la gustation, à l'imbibition, à la mastication et à la déglutition des aliments.

Le fluide salivaire, tel qu'il est rejeté par la bouche, est composé d'un mélange de salive et de mucus. Cette salive *mixte* constitue un liquide filant, spumeux, opalin, qui, par le repos dans un verre, se sépare en deux parties : l'une, supérieure, claire et liquide ; l'autre, inférieure, troublée par des parcelles de mucus et des débris d'épithélium. Par la filtration, on enlève les parties tenues en suspension, et alors la salive est claire comme de l'eau et présente souvent une légère teinte bleuâtre. La salive est un peu visqueuse et filante ; sa pesanteur spécifique varie entre 1,004 et 1,008. Elle contient de 0,35 à 1 pour 100 de principes solides, et parmi ceux-ci il y a 38 centièmes de principes minéraux qui sont : les chlorures de sodium et de potassium, le phosphate de soude tribasique, les phosphates de chaux et de magnésie, les carbonates de chaux, de potasse et de soude, de petites quantités de lactates alcalins, et du sulfocyanure de potassium, ainsi que des traces de silice et de fer. Les matières organiques sont de l'albumine (Brandes), de la caséine (M. F. Simon), une graisse phosphorée (Tiedemann et Gmelin) et une substance azotée particulière, la ptyaline, sur laquelle nous reviendrons. Par l'ébullition, la salive filtrée se couvre d'abord d'écume en même temps qu'elle se trouble faiblement. Par le repos, il s'y forme un dépôt floconneux ; le liquide devient très-clair, un peu jaunâtre et cesse d'être filant entre les doigts.

Lorsque la salive coule abondamment dans la bouche, elle offre constamment une réaction alcaline. Si parfois on trouve la muqueuse buccale acide, il ne faut pas l'attribuer à une sécrétion salivaire acide, mais tout simplement à une altération spéciale du mucus buccal au contact de l'air.

La salive se mêle incomplétement à l'eau. Les acides y produisent un léger précipité, tandis que les alcalis n'y déterminent aucun trouble

appréciable. Les azotates d'argent, de plomb et de mercure, ainsi que le bichlorure de mercure et l'acétate de plomb y forment des précipités abondants. L'alcool et la teinture de noix de galle produisent des précipités moins considérables. Quand on abandonne la salive à l'air libre, elle se trouble, dépose des flocons et subit bientôt la putréfaction. A ce moment, elle répand une odeur d'abord ammoniacale, puis fétide et tout à fait spéciale.

COMPOSITION DE LA SALIVE HUMAINE A L'ÉTAT DE SANTÉ.

1° Analyse de Berzelius.

Eau	992,9
Ptyaline	2,9
Mucus	1,4
Extrait de viande avec lactates alcalins	0,9
Chlorure de sodium	1,7
Soude	0,2
	1000,0

2° Analyse de Tiedemann et Gmelin.

Matière soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau (graisse phosphorée) ; matière soluble dans l'alcool froid et dans l'eau (osmazôme, sulfocyanure, chlorure et peut-être un peu d'acétate de potasse)	31,25
Matière qui se précipite par le refroidissement de la solution alcoolique faite à chaud (matière animale, un peu de chlorure et de sulfate alcalins)	1,25
Matière soluble seulement dans l'eau (matière salivaire ou ptyaline ; beaucoup de phosphate, un peu de sulfates et de chlorures alcalins)	20,00
Matière insoluble dans l'eau et l'alcool (mucus, peut-être un peu d'albumine, avec du carbonate et du phosphate de chaux)	40,50
	92,50

3° Analyse de Simon.

Eau	991,225
Matériaux solides	8,775
Graisse contenant de la cholestérine	0,525
Ptyaline avec matière extractive	4,375
Matière extractive et sels	2,450
Albumine, mucus et épithélium	1,400
	1008,750

4° Analyse du docteur Wright.

Eau	988,1
Ptyaline	1,8
Acide gras	0,5
Chlorures de sodium et de potassium	1,4
Albumine avec soude	0,8
Lactates de potasse et de soude	0,7
Sulfocyanure de potassium	0,9
Soude	0,5
Mucus avec ptyaline	2,6
	997,3

5° Analyse de Bostock.

Eau	80,0
Albumine coagulée	8,0
Mucus	11,0
Sels	1,0
	100,0

6° Analyse de Herzog.

Eau	99,40
Parties solides	0,60
Ptyaline	0,09
Graisse	0,04
Albumine et mucosités	0,30
Matières extractives et sels, chlorure de sodium, phosphate et lactate de soude	0,17
	100,60

Composition des cendres de la salive.

Partie soluble dans l'eau.	Phosphate de soude tribasique	22,122
	Chlorures de sodium et de potassium	67,930
	Sulfate de soude	2,315
		92,367
Partie insoluble	Phosphate de chaux, Phosphate de magnésie, Phosphate de fer	5,509
		97,876

7° Analyse de la salive humaine recueillie directement par le conduit de Sténon par M. C. G. Mitscherlich.

La quantité de cette salive soumise à l'analyse était de 66gr,5. Par l'évaporation dans le vide, elle a laissé un résidu de 1gr,121, dont 0gr,281 étaient insolubles dans l'eau et l'alcool, 0,gr,352 solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, et enfin, 0gr,192 solubles dans l'eau et dans l'alcool. Pour neutraliser 100 parties de cette salive parotidienne, il

fallait de 0gr,196 à 0gr, 223 d'acide, ce qui correspond à 0,153 et 0,174 pour 100 de soude. Par l'incinération, 100 parties de la même salive ont laissé environ 1/2 pour 100 de résidu contenant :

Chlorure de calcium	0,180
Potasse primitivement combinée à l'acide lactique	0,095
Soude probablement combinée dans la salive avec le mucus	0,164
Phosphate de chaux	0,017
Silice	0,015

MÉTHODE D'ANALYSE DE LA SALIVE.

On évapore une quantité connue de salive pour déterminer la proportion d'*eau*. Le résidu sec est traité par l'éther afin de séparer la *matière grasse*. Ce second résidu insoluble, qui a résisté à l'action de l'eau et de l'éther, constitue l'*albumine* et le *mucus*. Une autre portion de salive filtrée ou décantée ayant été concentrée par évaporation, on en précipite par l'alcool la *ptyaline* et une petite quantité de *matière extractive*. Pour déterminer la quantité de *soude libre* dans la salive, on la traite par l'alcool, puis on prend le résidu alcoolique qui renferme la *soude libre* et on le sature avec de l'acide acétique. L'acétate de soude, traité par l'alcool, évaporé et incinéré, se convertit en carbonate de soude.

Ptyaline. — La matière salivaire précipitable par l'alcool et soluble dans l'eau a été nommée *ptyaline*. Toutefois cette substance ne paraît pas présenter des propriétés constantes, ce qui tient probablement aux températures variables qu'on a fait subir à la salive pour l'évaporer, avant d'en extraire la ptyaline par l'alcool. Suivant Berzelius, qui l'a ainsi nommée, la ptyaline est une matière incolore, transparente, qui se dissout dans l'eau tiède en lui donnant un peu de viscosité et de consistance. Cette dissolution ne se trouble pas par l'ébullition ; elle ne précipite pas par la teinture de noix de galle, pas plus que par le bichlorure de mercure, par le sous-acétate de plomb ou par les acides forts, caractères qui distinguent cette substance d'un grand nombre de matières animales.

M. Mialhe prépare la ptyaline en traitant la salive humaine, fraîche et filtrée, par 5 ou 6 fois son poids d'alcool absolu. Il se forme un léger précipité qu'on recueille sur un filtre. Cette matière ainsi obtenue et desséchée est blanche ou d'un gris blanchâtre, amorphe et soluble dans l'eau. Elle possède la propriété de transformer au bout d'un temps assez court l'amidon en dextrine et en glucose, ce qui a déterminé M. Mialhe à lui donner le nom de *diastase salivaire*.

La salive possède la propriété de se colorer en rouge par le perchlorure de fer. Treviranus, qui le premier remarqua cette réaction, l'attribua à un acide particulier qu'il appelait *acide sanguin*. Les recherches

successives de Tiedemann et Gmelin, de Simon, de M. Longet, ont démontré que la propriété que possède souvent la salive de rougir par les dissolutions de fer au maximum est due à la présence du sulfocyanure de potassium.

Ce sel est en effet un des éléments constants et caractéristiques de la salive. Il se rencontre non-seulement dans la salive mixte, mais encore dans la salive parotidienne et dans les salives sous-maxillaire et sublinguale. Sa présence caractérise en quelque sorte la sécrétion salivaire; car la sueur, l'urine, les larmes, le liquide cérébro-spinal, le sérum du sang, la sérosité des vésicatoires, le suc pancréatique, etc., n'en renferment pas. Si la salive ne rougit pas toujours au contact des sels de fer, cela tient à son état de dilution ; toute salive filtrée et suffisamment concentrée présente, avec le perchlorure de fer, la réaction caractéristique des sulfocyanures. (M. Longet.)

COMPOSITION DE LA SALIVE A L'ÉTAT MORBIDE.

La salive normale est alcaline, mais elle peut quelquefois devenir acide. D'après Simon, la salive morbide contient souvent un acide libre, qui est l'acide lactique et quelquefois l'acide acétique. Gmelin a examiné la salive fournie par le ptyalisme mercuriel. Elle était trouble, contenait beaucoup de graisse et très-peu d'albumine. Il y découvrait nettement dans plusieurs cas des traces de mercure. Dans une analyse de salive d'un homme affecté de ptyalisme mercuriel, le docteur Wright trouva une quantité considérable de mucus, mais ne put y découvrir aucune trace de mercure. Voici ses résultats :

Eau		988,7
Ptyaline		1,9
Acide gras		0,4
Albuminate de soude		0,6
Mucus		3,8
Lactates	de potasse	2,4
Phosphates	de soude	
	de chaux	
Chlorures	de potassium	
Sulfocyanures	de sodium	
	de calcium	

Il arrive quelquefois que les glandes salivaires ou leurs conduits renferment des concrétions ou calculs salivaires. Les dents se recouvrent aussi quelquefois à leur bord d'un dépôt auquel on donne le nom de *tartre*. Ces productions sont en général composées par un mélange de carbonates et de phosphates insolubles avec du mucus, et elles dérivent habituellement d'une altération dans la sécrétion salivaire.

Analyse du tartre des dents par Berzelius.

Ptyaline	1,0
Mucus	12,5
Phosphates terreux	79,0
Matière animale dissoute par l'acide chlorhydrique	7,5
	100,0

Analyse du tartre des dents par Vauquelin et Laugier.

Eau	7
Mucus insoluble dans l'eau et les acides	13
Phosphates de chaux, traces de magnésie	66
Carbonate de chaux	9
Matière organique soluble dans l'acide chlorhydrique	5
	100

Les calculs salivaires existent quelquefois chez l'homme, mais on les observe plus fréquemment chez les animaux herbivores. On a surtout analysé les concrétions salivaires du cheval et de l'âne.

Analyses de calculs salivaires humains.

Phosphate neutre de chaux	94
Matière animale formée probablement de ptyaline et de mucus salivaire	4
Eau	2
	100

Analyse de M. Lassaigne.

Phosphate de chaux	3
Carbonate de chaux	84
Matière animale	9
Eau	3
Perte	1
	100

Analyse de M. Lecanu.

Phosphate de chaux	75
Carbonate de chaux	20
Matière animale et perte	5
	100

Analyses de calculs salivaires du cheval.

Carbonate de chaux	80,50
Phosphate de chaux	2,75
Matières animales solubles	8,60
Matières animales insolubles	4,40
Oxydes de fer et de manganèse	1,00
Carbonate de soude	1,75
	99,00

(M. Warza.)

Carbonate de chaux	83,52
Carbonate de magnésie	7,56
Phosphate de chaux	4,40
Phosphate de magnésie	0,04
Chlorure de sodium	traces.
Matière organique azotée	2,48
	100,00

(M. Henry.)

Analyse d'un calcul salivaire, d'âne par M. Caventou.

Carbonate de chaux	91,6
Phosphate de chaux	4,8
Matière animale	3,6
	100,0

COMPOSITION DE LA SALIVE CHEZ LES ANIMAUX.

La salive qu'on obtient chez les animaux ne provient pas ordinairement de la cavité buccale, parce qu'on l'extrait dans la plupart des cas par la division d'un conduit glandulaire. Or, M. Cl. Bernard a reconnu que les glandes salivaires fournissent des salives différentes. Ainsi, chez le chien, la salive que donne la glande sous-maxillaire par la division du canal de Wharton est un liquide gluant et filant comme du blanc d'œuf, tandis que la salive fournie par la parotide, quand on divise le canal de Sténon, est un liquide clair comme de l'eau et dépourvu de viscosité. Les analyses de la salive du cheval et de la brebis ont été faites par Gmelin et par M. Lassaigne sur la salive parotidienne de ces animaux. Magendie et M. Rayer ont les premiers étudié comparativement les propriétés de la salive *mixte* du cheval. Ils l'ont obtenue en faisant manger aux chevaux du son bien lavé à l'eau distillée bouillante, puis séché. Le son, ayant été imbibé de salive *mixte* dans la cavité buccale, était ensuite recueilli par une plaie faite à l'œsophage, puis exprimé afin d'obtenir le liquide salivaire qui l'humectait. On recueille la salive mixte, chez le chien, en le faisant baver à l'aide d'une substance salivaire.

D'après Tiedemann et Gmelin, la salive du chien est plus riche en principes solides que celle de l'homme. Elle possède du reste une composition chimique entièrement semblable à celle de la salive humaine. Il en est de même pour la salive de la brebis et du cheval, d'après Tiedemann et Gmelin, MM. Leuchs et Lassaigne, Simon, Magendie et M. Rayer. Toutefois Simon signale dans la salive parotidienne du cheval une certaine quantité de matière caséeuse.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA SALIVE.

La salive favorise l'opération mécanique de la mastication et de la déglutition des aliments; mais, indépendamment de cette action physique

bien évidente, la salive a-t-elle encore un rôle chimique à remplir dans la digestion des matières alimentaires? Cette opinion, qui a été soutenue surtout dans ces derniers temps, a eu pour point de départ un fait découvert par M. Leuchs. Cet observateur remarqua que la salive humaine, mise en contact avec de l'amidon hydraté, à une température voisine de celle du corps, a la propriété de le transformer en glucose. Cette expérience, répétée avec succès par Müller, Schwann, Sébastian, etc., a été reprise plus tard par M. Mialhe, qui a constaté le même fait. Seulement, il a ajouté que cette propriété de la salive résidait dans une matière organique salivaire soluble dans l'eau et précipitable par l'alcool, que nous avons étudiée plus haut sous le nom de *ptyaline*, et à laquelle il a donné le nom de *diastase salivaire*, et que l'amidon, avant de se transformer en sucre, passait d'abord à l'état de dextrine. Il remarqua, en outre, que pour que cette transformation pût se faire promptement, il fallait que l'amidon fût désagrégé par la cuisson ou par un autre moyen. Les expériences de M. Lassaigne, Magendie et celles de M. Cl. Bernard démontrent clairement que la salive *mixte* ou buccale possède seule ce pouvoir de transformer l'amidon en sucre, tandis que les salives parotidienne et sous-maxillaire, isolées ou réunies, sont totalement dépourvues de cette propriété.

En étudiant ce phénomène avec attention, il perd beaucoup de sa valeur. En effet, on voit que cette faculté de transformer l'amidon en dextrine et glucose n'est pas spéciale à la salive mixte, et qu'elle appartient à une foule d'autres liquides non digestifs. Magendie a montré que le sérum du sang avait la même action. M. Cl. Bernard a vu de son côté que les liquides pathologiques provenant des hydropisies de l'ovaire ou du péritoine, etc., transformaient l'amidon en glucose avec une grande rapidité. L'infusion des membranes muqueuses jouit également de la même propriété. Avec la salive comme avec la muqueuse, la transformation de l'amidon ne s'arrête pas à la formation du glucose, et bientôt les fermentations lactique ou butyrique se montrent. Mais la salive agit sur l'amidon comme une muqueuse au contact de l'air, et les faits qu'on observe dans ces cas ne diffèrent pas de ceux qui ont été signalés sur la formation de l'acide lactique au moyen des membranes animales. Nous ajouterons encore, pour compléter la similitude, que la salive bouillie ou devenue acide ne transforme plus l'amidon. Or, quand il s'agit du pouvoir digestif de la salive examiné sur l'animal vivant, il ne faut pas oublier cette dernière circonstance, parce que le bol alimentaire insalivé ne reste pas au contact de l'air, mais est au contraire avalé et porté dans l'estomac, qui, offrant constamment une réaction acide, supprime aussitôt l'action de la salive sur l'amidon.

L'action de la salive sur l'amidon ne s'exercerait donc que dans le temps excessivement rapide de la mastication et de la déglutition. Les autres matières alimentaires hydrocarbonées ou albuminoïdes n'éprouvent aucune action de la part de la salive. En résumé, d'après tous ces

faits, l'action du fluide salivaire, dans les phénomènes chimiques de la digestion, doit être excessivement restreinte, quoique les aliments absorbent une assez grande quantité de ce liquide.

Quant aux matières grasses, M. Longet a constaté que les salives sous-maxillaire et sublinguale jouissent de la propriété de former avec les corps gras des émulsions assez complètes.

La salive agit aussi sur certains glucosides en les dédoublant: ainsi, si l'on fait digérer, suivant M. Städeler, pendant quelques heures, vers 38° ou 40°, de la salicine avec de la salive, elle se dédouble en saligénine et en sucre.

Nous terminons ce chapitre sur la salive par un tableau indiquant les quantités de salive absorbées par 100 parties de matière alimentaire.

	Pain tendre. — Froment.		Pain rassis. — Froment.		Bœuf bouilli.	Veau rôti.	Croûte de pâté rassis.	Biscuits de Reims.	Pommes de reinette.	Noisettes sèches.
	Mie.	Croûte.	Mie.	Croûte.						
Poids du bol alimentaire....	132,5	220	130	227	142,5	175	120	127,5	103,7	170,8
Salive absorbée.	32,5	120	30	127	42,5	75	20	27,5	3,7	70,8

(M. Lassaigne.)

SUC GASTRIQUE.

Le suc gastrique est une sécrétion spéciale de l'estomac qui existe chez tous les animaux vertébrés, et dont la production est intermittente comme les phénomènes digestifs eux-mêmes.

Débarrassé par la filtration du mucus et des débris d'épithélium qu'il entraîne, le suc gastrique est un liquide clair, limpide, d'une apparence et d'une consistance aqueuses. Il offre une odeur faible *sui generis*, qui se rapproche en général de l'odeur exhalée par l'animal. Sa saveur est salée et faiblement acide; sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. La réaction du suc gastrique est constamment acide au papier de tournesol.

Exposé à une température inférieure à 0°, le fluide gastrique se congèle sans se troubler; par l'ébullition, il se trouble légèrement. Le tannin, l'alcool, les sels métalliques, forment un précipité dans le suc gastrique.

Abandonné au contact de l'air, il ne s'altère pas quand on a eu préalablement le soin de le débarrasser du mucus avec lequel il se trouve

mêlé; il peut se conserver des mois et même des années, sans perdre ses propriétés chimiques et physiologiques.

Le suc gastrique est un liquide à réaction acide qui est composé d'*eau*, de *sels*, de *matières organiques* et d'un *acide libre*.

Eau.—La proportion d'eau est considérable, elle varie entre 98 et 99 pour 100; de sorte que les matériaux solides du suc gastrique n'entrent que pour 1 ou 2 pour 100 dans la composition de ce fluide.

Sels. — Le suc gastrique du chien étant incinéré, ses cendres cèdent à l'eau beaucoup de chlorures et un peu de sulfate alcalin, mais jamais de carbonates ni de phosphates alcalins. L'alcali qui s'y trouve est en grande partie de la soude. Le reste des cendres contient encore un peu de carbonate et de phosphate de chaux, quelquefois aussi du sulfate de chaux et du chlorure de calcium.

Les sucs gastriques des différents animaux, dans les conditions ordinaires, renferment les mêmes sels.

Matières organiques.— C'est à la présence des matières organiques que le suc gastrique doit ses propriétés physiologiques, et elles offrent par cela même beaucoup d'intérêt. Il existe deux sortes de matières organiques dans le fluide gastrique: 1° du *mucus*; 2° une matière animale spéciale qui est décrite par les différents auteurs sous les noms de *chymosine*, *pepsine* ou *gastérase*.

Pepsine. —La pepsine est le principe digestif qui agit sur les matières alimentaires; elle jouit de la propriété des ferments, et elle perd tout à fait son activité quand on la soumet à l'ébullition.

Pour obtenir la pepsine ou gastérase, comme l'a nommée M. Payen, on filtre le suc gastrique, puis on le traite par dix ou douze fois son volume d'alcool rectifié. La pepsine se précipite alors sous forme d'une matière qui, desséchée, constitue un millième environ du poids du suc gastrique employé.

La pepsine ainsi préparée peut renfermer de l'albumine qui pouvait se trouver mêlée au suc gastrique comme produit de la digestion; elle peut renfermer, en outre, de la ptyaline.

M. Schmidt neutralise d'abord autant que possible le suc gastrique par du carbonate de chaux; il filtre, puis il évapore presque jusqu'à consistance sirupeuse; en ajoutant alors de l'alcool pur, la pepsine se précipite. Redissoute dans l'eau, elle donne par l'alcool un précipité floconneux. La pepsine isolée de cette manière renferme :

Carbone	53,0
Hydrogène	6,7
Azote	17,8
Oxygène	22,5
	100,0

Desséchée en couches minces, la pepsine forme de petites écailles translucides, grisâtres, très-solubles dans l'eau acidulée, assez solubles dans l'eau pure et dans l'alcool faible, mais complétement insolubles dans l'alcool anhydre. Précipitée par l'alcool, elle se redissout dans l'eau; ce qui n'a pas lieu pour l'albumine, avec laquelle elle a plusieurs points de commun. Elle ne se coagule pas par la chaleur, mais, chauffée à 70°, elle perd toutes ses propriétés.

Un des caractères particuliers de la pepsine, et qui la distingue de la diastase salivaire, est celui de coaguler directement le lait, sans l'intervention d'un acide. Cette intervention est néanmoins nécessaire au rôle qu'elle a à jouer, c'est-à-dire, à la dissolution et à la transformation des matières albumineuses.

Acide libre. —La réaction acide constante du suc gastrique a toujours été attribuée à la présence d'un ou de plusieurs acides libres. M. Blondlot est le seul qui ait soutenu que l'acidité du fluide gastrique fût due au biphosphate de chaux. Le fait principal sur lequel cet observateur s'appuie pour nier l'existence d'un acide libre dans le suc gastrique, et pour y admettre seulement la présence du biphosphate de chaux, consiste en ce que le suc gastrique peut être traité par le carbonate de chaux en excès sans produire de dégagement d'acide carbonique.

MM. Cl. Bernard et Barreswil ont constaté que si les choses se passent ainsi, cela tient à la dilution excessive de l'acide du suc gastrique, d'où il suit que les petites quantités d'acide carbonique éliminé peuvent se dissoudre au fur et à mesure de leur formation. En effet, par la concentration du suc gastrique, on obtient avec la craie une effervescence manifeste. De plus, on reconnaît que le suc gastrique dissout le phosphate neutre de chaux, et l'on sait que ce sel est complétement insoluble dans le biphosphate de la même base. On peut conclure de ces expériences, que le suc gastrique doit son acidité non pas au biphosphate de chaux, mais à la présence d'un acide libre. Les recherches auxquelles MM. Cl. Bernard et Barreswil se sont livrés à ce sujet démontrent que la substance qui donne l'acidité au suc gastrique du chien est constamment de l'*acide lactique* uni à une petite proportion d'acide phosphorique. MM. Cl. Bernard et Barreswil n'ont jamais rencontré les *acides acétique* et *butyrique* signalés par Tiedemann et Gmelin dans le fluide gastrique du cheval. Quant à la présence de l'acide chlorhydrique, qui était admise par beaucoup d'auteurs, ces observateurs ne l'ont constatée que vers les derniers instants de la distillation du suc gastrique, et ils se sont assurés que cet acide était alors le produit de la décomposition des chlorures qui se trouvent dans le fluide gastrique. L'existence de l'acide lactique libre avait déjà été indiquée par Berzelius, par MM. Chevreul, Leuret et Lassaigne.

M. Schmidt attribue l'acidité du suc gastrique à de l'acide chlorhydrique libre, ainsi qu'on le voit par l'analyse qu'il a donnée de ce liquide;

mais différentes raisons empêchent d'admettre cette manière de voir. Ainsi, le suc gastrique n'attaque pas le zinc métallique; il n'est pas neutralisé complétement par le carbonate de chaux ; il donne avec l'acide oxalique un précipité d'oxalate de chaux : ce qui n'arriverait pas en présence d'acide chlorhydrique libre.

D'après ce qui a été dit, la composition chimique du suc gastrique normal peut être formulée de la manière suivante :

Eau		99
Sels.	Phosphate de chaux	
	Chlorhydrate d'ammoniaque	
	Chlorure de sodium	
Matières organiques.	Mucus	
	Matière organique spéciale	
Acide lactique libre		
		100

Voici, d'après M. Blondlot, la composition générale du suc gastrique:

Eau	96,71
Biphosphate de chaux	0,60
Chlorure de calcium	0,32
Chlorure de sodium	0,16
Chlorhydrate d'ammoniaque	0,36
Matière organique	1,80
Pertes	0,05
	100,00

Voici une moyenne déduite par M. Schmidt, de neuf analyses faites par lui du suc gastrique du chien sans mélange de salive, et recueilli après que l'on eût fait la ligature des conduits salivaires :

Eau	973,062
Matière organique	17,127
Acide chlorhydrique libre	3,050
Chlorure de potassium	1,125
Chlorure de sodium	2,507
Chlorhydrate d'ammoniaque	0,468
Chlorure de calcium	0,624
Phosphate de chaux	1,729
Phosphate de magnésie	0,226
Phosphate de fer	0,082
	1000,000

On ne connaît pas les variations chimiques que le suc gastrique est susceptible d'éprouver sous l'influence des différentes maladies.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DU SUC GASTRIQUE.

Le suc gastrique imbibe et hydrate toutes les matières alimentaires qui sont soumises à son action. Mais son influence digestive s'exerce exclusivement sur les matières alimentaires azotées. Si l'on met des matières grasses ou amidonnées en contact avec le suc gastrique, elles n'éprouvent aucune altération chimique, tandis que les matières albuminoïdes sont complétement modifiées ou digérées. Quand on examine ce qui se passe dans la digestion d'un morceau de fibrine ou d'albumine, on observe que d'abord la matière alimentaire est hydratée, gonflée et devient comme demi-transparente, quand elle est coupée en lanières minces. Puis, après ce premier phénomène, en commence un autre en vertu duquel la substance se désagrége et se dissout. Les principes du suc gastrique qui interviennent dans cette action sont: 1° la pepsine; 2° l'acide libre qu'il renferme.

La réaction acide constitue une propriété essentielle du suc gastrique; on en acquiert la preuve, parce qu'en neutralisant ce fluide par un alcali ou par un carbonate alcalin, on lui fait perdre tout à fait sa faculté digestive qu'on peut lui rendre toutefois en rétablissant la réaction acide. D'un autre côté, on reconnaît aussi que l'acidité n'est qu'un des éléments de l'activité du suc gastrique; car, en soumettant ce fluide à une température voisine de l'ébullition, il perd également sa faculté digestive, non plus par l'absence de la réaction acide qui reste la même, mais parce qu'on agit alors sur la pepsine, qui, comme les ferments, est destructible par la chaleur.

Bien que dans leurs recherches sur le suc gastrique, MM. Cl. Bernard et Barreswil aient trouvé que l'acide lactique était la cause constante de l'acidité du suc gastrique, ils n'ont pas conclu que cet acide était, par sa nature, doué de certaines propriétés spéciales qui le rendaient indispensable à l'action des phénomènes de la digestion. Il résulte, au contraire, des opinions de M. Blondlot et de celles de MM. Cl. Bernard et Barreswil, que si une réaction acide est indispensable pour que la propriété dissolvante du suc gastrique se manifeste, la nature de l'acide qui produit cette réaction est indifférente. C'est ainsi qu'on a pu saturer du suc gastrique de phosphate de chaux neutre, ou lui ajouter les acides acétique ou phosphorique en grand excès, et même de l'acide chlorhydrique, en quantité suffisante pour qu'il fût réellement à l'état de liberté dans le liquide, et toujours le suc gastrique a conservé ses propriétés digestives. Cette équivalence des acides, pour l'activité du suc gastrique, paraît même nécessaire; car, par le fait même de l'alimentation, les sels les plus différents sont introduits dans l'estomac au moment de la formation du suc gastrique. On comprend que, si parmi ces sels il s'en trouvait un dont l'acide pût être déplacé par l'acide lactique, les fonctions digestives seraient

infailliblement troublées, si l'acide nouveau mis en liberté ne pouvait remplacer l'acide normal de l'estomac.

En résumé, le suc gastrique est le fluide digestif spécial des matières alimentaires azotées. Les matières non azotées, amylacées ou graisseuses passent dans l'estomac sans être modifiées, et c'est ultérieurement dans l'intestin qu'elles rencontrent des fluides capables de les altérer chimiquement, ou comme on, dit, de les digérer.

BILE.

Considérée au point de vue de sa composition, la bile offre un intérêt chimique très-grand. Nous ne l'examinerons ici que comme un fluide pouvant intervenir dans les phénomènes de la digestion ou de la nutrition.

La bile est un liquide sécrété par le foie. Chez l'homme et beaucoup d'animaux, elle est recueillie dans un réservoir particulier, la vésicule du fiel, d'où ensuite elle est déversée dans la partie de l'intestin qui suit immédiatement l'estomac.

La bile ainsi retirée de la vésicule du fiel constitue un liquide visqueux, filant, ordinairement coloré en vert jaunâtre chez l'homme. La bile du bœuf est d'un vert brun; celle des poissons, des oiseaux et de la plupart des amphibies, d'un vert-émeraude. Son odeur est particulière et nauséabonde; sa saveur, d'abord amère, laisse souvent un arrière-goût douceâtre. La pesanteur spécifique de la bile du bœuf est 1,026 à 6° (Thenard). Versée dans l'eau, la bile gagne le fond du vase, mais par l'agitation elle se mélange avec l'eau et devient mousseuse. Examinée au microscope, elle présente habituellement des débris d'épithélium.

La réaction de la bile est souvent alcaline et quelquefois neutre. On a observé, du reste, que ce caractère est variable, et il n'est pas rare de rencontrer la bile avec une réaction acide au papier de tournesol. C'est un fait constant chez les animaux auxquels on a pratiqué la section des nerfs pneumogastriques. Exposée à l'air, la bile s'altère et se décompose avec promptitude; elle devient d'abord fétide et passe bientôt à une décomposition complète. Cette altération rapide est due à la présence de mucus; on peut précipiter celui-ci par de l'alcool fort; la liqueur filtrée se conserve alors sans altération. La bile ne se coagule que par l'ébullition. Les acides faibles ou concentrés y forment un précipité abondant.

Voici les quantités de bile sécrétées dans l'espace de vingt-quatre heures par divers animaux:

Noms des animaux.	Quantités de bile sécrétées dans l'espace de vingt-quatre heures.	
Chien.....	20gr,0 renfermant	1gr,0 de matières solides.
Chat.....	14,5	0,816
Brebis..... ...	25,42	1,34
Lapin.....	137,8	2,47
Oie.....	11,78	0,816
Corneille.....	72,1	3,256

La quantité d'aliments influe sur la quantité de bile sécrétée.

Une nourriture animale produit une bile plus chargée de principes solides qu'une nourriture végétale.

Une boisson abondante augmente aussi la sécrétion de la bile.

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BILE.

Ce fluide a été l'objet d'un grand nombre d'analyses de la part des chimistes, parmi lesquels il faut citer spécialement Berzelius, Thenard, Gmelin et M. Demarçay, et plus récemment M. Strecker, auquel on doit les travaux les plus complets.

Analyse de Berzelius (bile de bœuf).

Eau.....	90,44
Matière biliaire (y compris la graisse).....	8,00
Mucus de la vésicule.....	0,30
Extrait de viande, chlorure de sodium et lactate de soude.	0,74
Soude.....	0,11
Phosphate de soude et phosphate de chaux.....	0,41
	100,00

Analyse de Thenard (bile de bœuf).

Eau.....	87,56
Résine biliaire.....	3,00
Picromel.....	7,34
Soude.....	0,50
Phosphate de soude.....	0,25
Chlorure de sodium.....	0,40
Sulfate de soude.....	0,10
Sulfate de chaux.....	0,15
Traces d'oxyde de fer.....	»

Analyse de M. Noel (bile fournie par une fistule biliaire).

Eau	93,764
Cholestérine	0,021
Carbonate de soude	0,110
Chlorure de sodium	0,600
Sel ammoniac	0,016
Sulfate et phosphate de chaux	0,015
Soude combinée avec les acides gras et les acides cholique et taurocholique Matières colorantes	0,474
	100,000

Analyse de Tiedemann et Gmelin (bile de bœuf).

1° Un principe odorant qui passe à la distillation.
2° La choline ou graisse biliaire, ou cholestérine.
3° La résine biliaire.
4° L'asparagine biliaire.
5° Le picromel.
6° Une matière colorante.
7° Une matière très-azotée, faiblement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool à froid, mais soluble dans ce réactif à chaud.
8° Une matière animale (gliadine?) insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool à chaud.
9° Une matière soluble dans l'eau et l'alcool, et précipitable par la teinture de noix de galles (osmazôme?).
10° Une matière qui répand une odeur urineuse quand on la chauffe.
11° Une matière soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et précipitable par les acides (matière caséeuse, peut-être avec de la matière salivaire?).
12° Du mucus.
13° Du bicarbonate d'ammoniaque.
14° Des margarate, oléate, acétate, bicarbonate, phosphate et sulfate de soude (avec peu de potasse).
15° Du chlorure de sodium.
16° Du phosphate de chaux.
17° De l'eau, qui s'élève à 91,51 pour 100.

Analyse de M. Demarçay (bile de bœuf).

Eau	875
Choléate de soude	110
Matières colorantes, matières grasses diverses, mucus, etc.	5
Sels divers	10
	1000

Analyse de John (bile de tortue).

Cholestérine, principe bilieux, matière jaune	4,16
Mucus jaune	4,17
Eau	91,67
	100,60

Analyses de M. Schlossberger.

	Bile de silure.	Bile de python tigre.
Eau	94,48	90,42
Sels des acides de la bile	3,63	8,46
Matière grasse	0,23	0,03
Mucus et matière colorante	1,48	0,89
Sels divers indéterminés	0,18	0,20
	100,00	100,00

Bile de kangurou.

Eau	85,87
Mucus et matière colorante	4,34
Cholestérine et graisse	1,09
Sels des acides de la bile	7,59
Autres sels et pertes	1,11
	100,00

Nous avons traité avec beaucoup de détails les acides tirés de la bile; nous y ajouterons les faits suivants, qui ont surtout un intérêt historique.

M. Demarçay, revenant à l'idée ancienne qui assimilait la bile à un savon, a essayé de prouver, dans un travail remarquable par sa netteté, que la bile est essentiellement formée par la combinaison de la soude avec un acide résineux et azoté qu'il a nommé *acide choléique*. En traitant la bile par de la potasse ou de l'acide chlorhydrique concentré, M. Demarçay obtint deux nouveaux acides, l'*acide choléique* et l'*acide choloïdique*. Comme dans ces réactions il se dégage toujours de l'ammoniaque, M. Demarçay considéra les deux derniers acides que nous venons de nommer, ainsi que la taurine découverte par Gmelin, comme des produits de décomposition. Berzelius reprit ensuite le travail de M. Demarçay, et trouva que lorsqu'on fait agir de l'acide chlorhydrique sur la bile, au lieu de former un seul acide résineux, l'acide choloïdique, comme l'avait admis M. Demarçay, il se produit deux acides particuliers qu'il a nommés *acides fellique* et *cholinique*, et qu'il se forme en outre une substance neutre à laquelle il donne le nom de *dyslysine*.

Berzelius admet, en outre, que dans la bile fraîche il existe une substance qu'il nomme *biline*, qui, en se combinant avec les acides fellique et cholinique, produit les *acides bilifellique* et *cholinifellique*.

Lorsque la bile est ancienne, Berzelius y trouve, en outre, les acides fellique, cholinique et deux acides nouveaux qu'il nomme *acides cholanique* et *fellanique*. Ainsi, d'après Berzelius, une bile nouvelle traitée par l'acide chlorhydrique donne un mélange de biline, d'acides bilifellique, fellique et cholinique; une bile ancienne produit sous la même influence un mélange d'acides bilifellique, fellique, cholinique, fellanique, cholanique et cholique.

M. Liebig, ayant repris après Berzelius l'examen de la bile, arriva à des résultats beaucoup plus simples, et considéra ce liquide comme formé essentiellement par la combinaison de la soude avec un acide résineux qu'on a nommé *acide bilique*.

Dans un travail postérieur, M. Mulder est arrivé aux résultats suivants:

La bile est essentiellement formée par une substance qu'il désigne sous le nom de *biline*.

La biline, soumise à l'influence des différents réactifs, se décompose toujours en ammoniaque AzH^3, en taurine $C^4H^7AzO^6S^2$, et en un groupement moléculaire $C^{50}H^{36}O^6$, qui, suivant son état d'hydratation, produit les corps observés par les chimistes que nous avons cités précédemment.

Dyslysine.....	$C^{50}H^{36}O^6,HO$.
Acide cholinique.....	$C^{50}H^{36}O^6,2HO$.
Acide fellanique.....	$C^{50}H^{36}O^6,3HO$.
Acide fellique.....	$C^{50}H^{36}O^6,4HO$.
Acide cholique.....	$C^{50}H^{36}O^6,5HO$.

M. Mulder admet en outre que la biline peut se combiner en différentes proportions avec les acides précédents, pour former les acides bilifellique et bilicholinique.

D'après Berzelius et M. Mulder, la bile fraîche se compose de biline et de bilifellate de soude; ce dernier sel prend naissance par la décomposition de la biline en présence du carbonate de soude. La bile peut donc être envisagée comme une sorte de savon.

Les travaux plus récents sur la bile, dus principalement à M. Strecker, ont fait voir que ce liquide est une combinaison de soude avec deux acides azotés, dont l'un, qu'il appelle *acide cholique* ou *glycocholique*, ne contient pas de soufre, tandis que l'autre, qu'il nomme *acide choléique*, et qu'on désigne plus souvent sous le nom d'*acide taurocholique*, en renferme une proportion assez considérable.

Ces acides, ainsi que nous l'avons vu, sont susceptibles de se dédoubler l'un et l'autre en donnant un nouvel acide, l'*acide cholalique*; mais tandis que le premier donne en même temps du *sucre de gélatine*, l'acide taurocholique donne de la *taurine*.

Ces corps ayant été traités avec beaucoup de détails, pages 431 et suivantes, nous n'y reviendrons pas. Nous ajouterons cependant à ce que nous avons dit, les résultats obtenus par M. Anthon, concernant les

propriétés optiques de ces corps, ainsi que des acides tirés de la bile du porc.

M. Anthon a reconnu que les principes contenus dans la bile sont doués d'un pouvoir rotatoire. Celui-ci est exprimé par les nombres suivants :

	Par le rayon rouge.	Par le rayon jaune.
Cholestérine	— 27°,5	— 34°,0
Acide choloïdique	+ 31°,3	+ 38°,8
Acide cholalique	+ 24°,6	+ 27°,7
Acide taurocholique	+ 24°,9	+ 25°,3
Acide glycocholique	+ 27°,2	+ 29°,2
Acide hyocholique	?	+ 2°,0
Acide hyocholoïdique	?	+ 23°,6

M. Hoppe Seyler a même fait connaître un procédé de dosage des acides de la bile, fondé sur leur pouvoir rotatoire (*Journ. für praktische Chem.*, LXXXIX, 257 et 281).

Nous rappellerons encore que la bile de tous les animaux ne fournit pas les mêmes acides. Jusqu'à présent on connaît trois acides différents, suivant l'espèce, pouvant se dédoubler en sucre de gélatine et en un acide correspondant à l'acide cholalique, ainsi que trois acides se dédoublant en taurine et en un acide cholalique. Ces trois variétés sont :

1° L'acide cholique et l'acide taurocholique. Ce sont les plus répandus ; on les a rencontrés dans la bile de presque tous les mammifères, ainsi que dans celle des oiseaux, des reptiles et des poissons. Ils donnent par leur dédoublement :

De l'acide cholalique ..... $C^{48}H^{40}O^{10}$.

2° L'acide hyocholique et l'acide taurohyocholique, existant dans la bile du porc, et donnant par leur dédoublement :

De l'acide hyocholalique ..... $C^{50}H^{40}O^{8}$.

3° L'acide chénocholique et l'acide taurochénocholique, existant dans la bile d'oie, et donnant :

De l'acide chénocholalique ..... $C^{54}H^{44}O^{8}$.

Les biles d'homme, de chien, de serpent, ne fournissent presque que la combinaison taurique combinée principalement avec de la soude.

Dans les poissons et les reptiles de mer, l'alcali combiné avec les acides de la bile est principalement de la potasse, et non de la soude, comme on devait s'y attendre. (M. Strecker.)

La bile, outre les acides dont nous venons de parler, renferme encore de petites quantités de cholestérine, d'acides gras et de sels à base de potasse, d'ammoniaque et de magnésie.

Sous l'influence de la levûre de bière, du bile de la vessie, de la synaptase, la bile subit une putréfaction pendant laquelle elle donne naissance aux mêmes composés qu'avec les acides et les alcalis.

La potasse, ajoutée en excès dans la bile, détermine sa séparation sous la forme d'un sirop épais; l'alcali agit dans ce cas sur la bile comme sur une dissolution de savon.

Les acides ne précipitent pas en général la bile; toutefois l'acide acétique peut former un précipité dans la bile ancienne.

D'après Thenard, l'acétate neutre de plomb forme, dans la bile, un léger précipité qui consiste en une combinaison d'oxyde de plomb avec les acides oléique et margarique, avec les matières colorantes, et des traces d'acide sulfurique et d'acide phosphorique. La liqueur, filtrée et traitée par l'acétate de plomb tribasique, laisse déposer un précipité très-abondant contenant de la cholestérine, et le composé auquel Thenard avait donné le nom de *picromel*. Selon M. Strecker, le premier de ces précipités serait formé presque exclusivement de cholate, et le second de taurocholate de plomb.

M. Pettenkofer a fait connaître un réactif qui accuse la présence d'une petite quantité de bile dans les liquides de l'économie animale. Ce chimiste a reconnu que le sucre et l'acide sulfurique, mêlés à la bile, produisent une belle coloration violette. Pour faire l'expérience, on mélange le liquide contenant la bile avec les deux tiers de son volume d'acide sulfurique concentré; il faut, dans ce mélange, éviter autant que possible l'élévation de la température; puis on y ajoute quatre ou cinq gouttes d'une dissolution de sucre de canne faite avec une partie de sucre et 5 parties d'eau.

L'acide azotique, renfermant des vapeurs nitreuses, peut aussi être employé pour reconnaître la présence de la bile; en agissant sur la matière colorante de la bile, il lui fait prendre des colorations vertes, bleues, violettes, rouges et jaunes.

Biliverdine. —La matière colorante verte de la bile a été nommée *biliverdine*.

La biliverdine desséchée est pulvérulente, amorphe, d'un vert noirâtre, insoluble dans l'eau et dans le chloroforme, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. Les dissolutions de biliverdine sont rouges par transmission et vertes par réflexion : lorsqu'on les évapore doucement à sec, elles laissent la biliverdine sous forme d'une pellicule vitreuse. L'acide acétique et les alcalis colorent la biliverdine en jaune.

La matière colorante de la bile contient du fer; sa composition se rapproche de celle de l'hématosine. (BERZELIUS.)

On obtient la biliverdine en faisant bouillir la bile avec son volume de lait de chaux. La liqueur se décolore, et il se forme un précipité vert qu'on traite par l'acide chlorhydrique, après l'avoir séché. Le résidu est

lavé plusieurs fois à l'éther, repris par l'alcool et enlevé à cette dernière dissolution au moyen de l'agitation avec l'éther. L'extrait éthéré abandonne la biliverdine pure en s'évaporant.

Bilifulvine. — La bile, outre la biliverdine, renferme encore une matière colorante brune qu'on a nommée *bilifulvine* ou *biliphéine*.

Elle a été observée en premier, à l'état cristallisé, par M. Virchow, dans certaines biles pathologiques; M. Valentinier l'a retirée pure et cristallisée de la bile normale et des calculs biliaires, en se servant du chloroforme comme dissolvant. En comparant les caractères cristallographiques et les réactions de cette substance, M. Valentinier a reconnu son identité avec l'hématoïdine ou hématosine.

D'après M. Brücke, les cristaux de bilifulvine sont solubles dans l'ammoniaque, caractère commun à l'hématosine; lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique à cette dissolution, la bilifulvine s'en sépare en flocons jaune brunâtre qu'on peut faire cristalliser dans le chloroforme.

Parmi les matières contenues dans la bile, il ne faut pas oublier de citer la cholestérine, qui, quoique insoluble dans l'eau, s'y trouve dissoute à la faveur d'autres corps, notamment du taurocholate de soude. Sa proportion n'est pas constante.

Un caractère qui permet de retirer la cholestérine de la bile avec beaucoup de facilité, c'est sa solubilité dans l'acide acétique cristallisable, qui peut l'abandonner à l'état cristallisé. Les acides formique, butyrique et autres la dissolvent également. (M. Benecke.)

CORPS PROVENANT DES TRANSFORMATIONS DE LA BILE.

Lorsqu'on maintient pendant plusieurs heures à une température de 40° de la bile légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique, on obtient un acide azoté cristallisable, que Plattner et Gmelin ont nommé *acide cholique*. Cet acide est probablement de l'acide choloïdique, provenant d'une transformation de l'acide cholique proprement dit (voy. page 431).

Cet acide cristallise en longues aiguilles qui sont ordinairement isolées; il est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool; il se colore en violet quand on le met en contact avec un mélange d'acide sulfurique et de sucre. Il contient:

Carbone	46,96
Hydrogène	15,90
Azote	3,21
Oxygène	33,93
	100,00

L'acide chlorhydrique concentré, en agissant sur a bile, produit la dyslysine et les acides fellique et cholinique.

Dyslysine. — Ce corps est caractérisé par son insolubilité dans l'alcool

et les carbonates alcalins; il se présente sous la forme d'une masse résineuse, blanche, friable, tout à fait insoluble dans l'eau. Il peut être représenté par la formule $C^{40}H^{36}O^{6},HO$, et d'après M. Strecker, par $C^{48}H^{36}O^{6}$.

La potasse en fusion ou bien en dissolution alcoolique le convertit en acide choloïdique. Pour obtenir la dyslysine, on fait bouillir l'acide choloïdique avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le produit ait perdu sa consistance. On le reprend alors par l'éther bouillant, et l'on précipite la solution par l'alcool.

M. Mulder a obtenu une dyslysine soluble dans l'éther et une autre insoluble; ces deux corps diffèrent entre eux par de l'eau.

Acides cholinique et fellique. — Ces acides sont fusibles dans l'eau bouillante; leur saveur est amère. Ils sont à peine solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, moins solubles dans l'éther.

Acide cholique. —M. Demarçay a obtenu cet acide en faisant chauffer de la bile avec de la potasse, jusqu'à ce que le dégagement d'ammoniaque ait cessé; en ajoutant ensuite dans la liqueur de l'acide acétique, il se forme un précipité cristallin d'acide cholique.

L'acide cholique de M. Demarçay paraît n'être autre chose que de l'acide cholalique, dont nous avons déjà étudié les propriétés.

Lorsqu'on abandonne à l'air, pendant un temps très-long, de la bile, il se dégage de l'ammoniaque, et il se dépose un acide cristallisable qui paraît être de l'acide cholique.

Acide ammonifellique. — Lorsqu'on abandonne la bile à l'air, pendant un mois environ, on retrouve dans la liqueur un acide azoté qui peut être représenté par 2 équivalents d'acide fellique et 1 équivalent d'ammoniaque :

$$(C^{50}H^{36}O^{5},\frac{1}{2}HO)^{2}AzH^{3}.$$

Cet acide a été nommé *acide ammonifellique.*

Biline. — Cette substance, d'après Berzelius et M. Mulder, existerait dans la bile fraîche. Elle n'est précipitée ni par l'acide sulfurique, ni par le sous-acétate de plomb; elle se décompose très-facilement. M. Liebig considère la biline comme une combinaison de soude avec un acide résinoïde préexistant dans la bile, et qu'il nomme *acide bilique.*

M. Redtenbacher a reconnu que la bile traitée par l'acide azotique donne naissance à des produits volatils et à des corps fixes. La partie volatile contient des acides caprique, caprylique, valérianique, butyrique, de plus, une huile pesante qui se dédouble facilement en un acide, l'*acide nitrocholique*, et un corps neutre, le *cholacrol.*

Il suffit, pour opérer ce dédoublement, d'abandonner quelque temps le corps huileux au contact d'une dissolution concentrée de potasse, qui s'empare de l'acide nitrocholique; le cholacrol peut alors être enlevé par décantation. En évaporant ensuite dans le vide la dissolution de nitrocholate de potasse, on obtient ce sel en beaux cristaux jaunes. L'acide nitrocholique a pour formule $C^{2}HAz^{4}O^{9},HO$.

Le cholacrol est un corps neutre, d'une odeur forte, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther, et qui, lorsqu'on le chauffe, se décompose en faisant entendre une sorte d'explosion. Sa formule est $C^8H^5Az^2O^{13}$.

Le cholacrol peut se dédoubler en acide cholestérique et en acide hypoazotique :

$$\underbrace{C^8H^5Az^2O^{13}}_{\text{Cholacrol.}} = \underbrace{C^8H^5O^4,HO}_{\text{Acide cholestérique.}} + 2AzO^4.$$

La partie fixe provenant de la réaction de l'acide azotique sur la bile est formée par deux acides qui ont été nommés *acides choloïdanique* et *cholestérique*.

L'acide choloïdanique est soluble dans l'eau et cristallise en longues aiguilles prismatiques. Il a pour composition $C^{16}H^{12}O^7$.

CALCULS BILIAIRES.

Il existe assez fréquemment chez l'homme des concrétions biliaires qui se logent dans la vésicule du fiel ou dans les conduits de la bile, de manière à devenir quelquefois la source d'accidents en s'opposant à l'écoulement de la bile. Ces concrétions biliaires varient dans leur volume, leur forme, leur consistance et leur densité : elles sont tantôt de couleur brune et se brisent en une poudre amorphe, tantôt blanchâtres et à cassures cristallines, etc. Les concrétions biliaires les plus molles contiennent plus de cholestérine.

Analyse de calculs biliaires.

	Glaires.	Brames.		
Cholestérine	56	81,25	69,76	81,77
Résine biliaire	8	3,12	5,66	3,88
Matière colorante	15	9,38	11,28	7,57
Albumine coagulée	9	»	»	»
Mucus	12	6,25	13,20	»
Albumine soluble, mucus et sels	»	»	»	3,63

Analyse de divers calculs biliaires.

Perte par la dessiccation	4,878	19,179	3,263	2,886	1,974	2,795
Matière soluble dans l'eau et perte	8,210	10,139	5,014	7,557	3,792	10,472
Cholestérine	82,815	8,250	82,274	78,058	84,948	76,902
Graisse saponifiable	1,499	2,700	1,113	4,272	2,095	7,513
Résidu soluble dans l'ammoniaque	0,457	1,116	0,695	0,517	0,127	0,834
Résidu insoluble dans l'ammoniaque	1,553	52,837	6,063	6,213	4,719	1,205
Cendres	0,588	6,779	1,578	0,497	2,445	0,279

(M. Hein.)

Quelquefois on rencontre dans les calculs biliaires des carbonates de chaux et de magnésie et d'autres matières minérales.

Analyse d'un calcul biliaire par MM. Bally et Henry Lejeune.

Carbonate de chaux avec trace de carbonate de magnésie..	72,70
Phosphate de chaux.....	13,51
Mucus, matières colorantes, oxyde de fer.	10,81

Calcul biliaire d'une truie.

Cholestérine	6,00
Résine blanche.....	44,95
Bile.....	3,60
Matière animale et résine verte altérée.....	45,45
	100,00

(M. Lassaigne.)

Thenard a trouvé que dans la chlorose la bile perd ses caractères et se transforme en un liquide albumineux.

On donne le nom de *bézoards orientaux* à des calculs biliaires qui proviennent de l'estomac de certaines antilopes, et qu'on employait autrefois comme médicament. Ces calculs contiennent un acide qui a été examiné principalement par M. Wöhler, et que l'on nomme *acide lithofellique*. Cet acide a la plus grande analogie avec les corps gras. Il a pour composition $C^{40}H^{36}O^{8}$.

Ambre gris.

L'*ambre gris* est une concrétion intestinale du cachalot.

Cette substance se rencontre sur les côtes du Coromandel, des îles de Sumatra et de Madagascar, en masses rugueuses d'un gris veiné de noir et de jaune, dont l'odeur est douce et pénétrante.

L'ambre gris présente la composition suivante :

Adipocire, ou matière grasse (ambréine).....	20,16
Résine.....	11,67
Acide benzoïque.....	4,25
Matière charbonneuse.....	2,12

(Bouillon-Lagrange.

Lorsqu'on le traite à chaud par l'alcool, il cède à ce dissolvant une substance que l'on a nommée *ambréine*.

L'ambréine est cristallisable, inodore, insipide, fusible à 30°, volatile en partie, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les essences et les huiles grasses. Elle est formée de :

Carbone.....	83,37
Hydrogène.....	13,32
Oxygène.....	3,31
	100,00

(Pelletier.)

L'acide azotique la convertit en un acide cristallisable et jaune, auquel on a donné le nom d'*acide ambréique*. Cet acide est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Il renferme :

Carbone	51,96
Hydrogène	7,07
Azote	8,59
Oxygène	32,38
	100,00

(PELLETIER.)

Les ambréates à base d'alcali sont très-solubles dans l'eau ; les autres sels formés par l'acide ambréique sont peu solubles ou insolubles.

On se sert de l'ambre gris dans la parfumerie. (PELLETIER.)

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA BILE.

Depuis longtemps les avis des physiologistes sont partagés relativement aux fonctions de la bile dans l'acte de la digestion. Les uns soutiennent que le fluide biliaire est entièrement destiné à être évacué et qu'il ne concourt en rien à la modification des aliments ; les autres regardent, au contraire, l'existence de la bile comme indispensable aux phénomènes de la nutrition. D'après les expériences de Schwann, les animaux dépérissent et meurent rapidement quand on fait écouler leur bile au dehors par le moyen d'une fistule. La bile, mise en contact avec les matières grasses alimentaires neutres, n'exerce sur elles aucune modification. On observe, du reste, la même inactivité du fluide biliaire à l'égard des substances alimentaires amylacées et albuminoïdes. Ce ne serait donc point en agissant directement sur les aliments que ce fluide interviendrait dans les phénomènes digestifs. Mais il est prouvé qu'une partie des éléments de la bile sont réabsorbés dans l'intestin, et l'on ne retrouve jamais l'acide choléique dans les matières excrémentitielles. Il est très-probable dès lors que les éléments biliaires qui sont reportés dans le sang doivent plutôt concourir aux phénomènes de l'assimilation; toutefois leur rôle n'est point encore précisé.

EXAMEN DE LA BILE CHEZ LES ANIMAUX.

La *bile de porc* a été examinée par MM. Strecker et Gundelach, qui y ont trouvé un acide particulier qu'ils ont appelé *acide hyocholique :* cet acide y est uni avec la soude et a pour formule $C^{54}H^{43}AzO^{10},HO$.

La bile de porc est un liquide visqueux d'une couleur jaune tirant sur le brun, d'une saveur d'abord douceâtre, puis très-amère. Elle contient en moyenne 88,8 pour 100 d'eau, tandis que la bile de bœuf en contient 92 à 93.

La quantité de soufre contenue dans la bile de porc est très-faible.

La bile d'oie renferme deux acides particuliers, que nous avons déjà étudiés, l'acide *chénocholique* et l'acide *taurochénocholique*.

M. Bensch a analysé la bile de différents animaux. Nous donnons le résultat de ses analyses :

	VEAU.	MOUTON.	CHÈVRE.	PORC.	BŒUF.	OURS.	CHIEN.	LOUP.	RENARD.	POULE.	POISSON. I.	POISSON. II.
Carbone	55,43	57,32	57,28	»	»	58,72	»	»	»	57,47	55,98	55,41
Azote	2,28	2,94	»	»	»	»	»	»	»	2,51	2,55	2,40
Hydrogène	7,75	7,85	8,21	»	»	8,35	»	»	»	8,27	8,05	8,01
Soufre	4,88	5,79	5,20	0,34	2,58	5,84	6,29	5,03	5,96	4,96	5,59	5,52
Oxygène	18,81	13,32	»	»	»	»	»	»	»	14,78	»	»
Cendres	15,15	11,86	13,21	»	»	8,42	»	»	»	10,99	14,11	»

Analyses de biles diverses par Kemp.

	BILE HUMAINE.		BILE DE BŒUF.		BILE DE TIGRE.	BILE DE LÉOPARD.	
Carbone	68,11	68,11	64,60	64,85	59,6	59,80	59,5
Hydrogène	10,13	10,00	9,62	9,40	11,8	4,49	10,0
Azote	3,44	3,90	3,40	3,40	6,0	4,60	4,6
Oxygène	18,32	17,99	22,38	22,35	22,6	26,11	25,9
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	100,00	100,0

SUC PANCRÉATIQUE.

Le produit de la sécrétion du pancréas vient se déverser dans la première partie de l'intestin grêle (duodénum), soit par un conduit isolé, soit par un canal commun avec la bile. Cet écoulement du suc pancréatique a lieu spécialement pendant la digestion, et, d'après les observations de M. Cl. Bernard, il s'en écoule environ 2 grammes par heure, en moyenne.

Le suc pancréatique a été étudié par Magendie, Tiedemann et Gmelin, MM. Leuret et Lassaigne, Bouchardat et Sandras, et surtout par M. Cl. Bernard.

Le suc pancréatique normal et non altéré est un liquide incolore, limpide, visqueux et gluant, coulant lentement par grosses gouttes perlées ou sirupeuses, et devenant mousseux par l'agitation. Ce fluide est sans odeur caractéristique; placé sur la langue, il donne la sensation d'un liquide visqueux. Son goût a quelque chose de salé, qui est analogue à

la saveur du sérum du sang. La réaction du suc pancréatique est constamment alcaline. Exposé à la chaleur, le liquide pancréatique se coagule en masse et se convertit en une matière concrète d'une grande blancheur. La coagulation est entière et complète, comme s'il s'agissait du blanc d'œuf; tout devient solide et il ne reste pas une goutte de liquide libre. Cette matière blanche du suc pancréatique est également précipitée par l'acide azotique, par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique concentré. Les sels métalliques, l'esprit de bois et l'alcool précipitent aussi d'une manière complète la matière organique du suc pancréatique. Les acides acétique, lactique et chlorhydrique étendus ne coagulent pas le suc pancréatique. Les alcalis n'y produisent pas de précipité et redissolvent la matière organique quand elle a été préalablement coagulée par la chaleur, les acides ou l'alcool.

En résumant ces caractères du suc pancréatique, il semble que l'on soit en droit d'en conclure, ainsi que cela a été déjà fait par Magendie, Tiedemann et Gmelin, etc., que le fluide pancréatique se comporte avec les réactifs à la manière des liquides albumineux. Cependant il n'y a aucun rapport, sous le point de vue physiologique, entre le suc pancréatique et un liquide albumineux. M. Cl. Bernard a trouvé des caractères qui permettent de distinguer chimiquement la matière pancréatique de l'albumine, nous citerons le suivant:

Lorsque la matière du suc pancréatique a été coagulée par l'alcool, puis desséchée, elle se redissout en totalité dans l'eau. Bien plus, en se dissolvant, cette matière communique à l'eau la viscosité particulière du suc pancréatique et toutes ses propriétés physiologiques. Or, lorsque l'albumine a été coagulée par l'alcool, elle ne se redissout plus d'une manière appréciable dans l'eau.

Indépendamment de cette matière organique active, le suc pancréatique contient de l'*eau* et des *sels*.

Composition chimique du suc pancréatique du chien, par Tiedemann et Gmelin.

Ce suc pancréatique est visqueux et se coagule par la chaleur et les acides énergiques. Il contient:

Eau	91,28
Parties solides	8,72
	100,00
100 parties de principes solides donnent en cendres	8,28

Ces cendres contiennent des carbonates alcalins en très-grande abondance, des chlorures alcalins, une petite quantité de phosphates alcalins, très-peu de sulfates alcalins. L'alcali qui prédomine dans les cen-

dres est la soude. Il y a de plus un peu de carbonate et de phosphate calcaires.

Les matières animales sont :

De l'osmazôme ;

Une matière qui rougit par le chlore ;

Une matière analogue à la caséine et probablement associée à la matière salivaire ;

Beaucoup d'albumine, constituant environ la moitié du résidu sec.

Composition chimique du suc pancréatique de la brebis, par Tiedemann et Gmelin.

Ce suc pancréatique est visqueux et se coagule assez abondamment par la chaleur et les acides énergiques.

Eau	94,81
Parties solides	5,09
	100,00
100 parties solides incinérées donnent en cendres	2,97

Quant aux parties solides, leur composition ne paraît pas différer sensiblement de celle du suc pancréatique de chien. Cependant elles ne contiennent pas de matières rougissant par le chlore.

D'après ces deux analyses, on voit que le suc pancréatique est bien différent de la salive, au point de vue chimique. Cette dissemblance est encore plus frappante, lorsque l'on considère les propriétés physiologiques du suc pancréatique.

On remarquera encore que les matières animales du suc pancréatique sont nombreuses. On pourrait même y ajouter la substance appelée *diastase salivaire*, car MM. Bouchardat et Sandras ont reconnu que le suc pancréatique transformait l'amidon en glucose, à la manière de la diastase proprement dite.

ALTÉRATION SPONTANÉE OU MORBIDE DU SUC PANCRÉATIQUE.

Le suc pancréatique est sans contredit le plus altérable de tous les liquides animaux. Lorsqu'on abandonne à lui-même du suc pancréatique normal récemment extrait de l'animal et possédant les caractères indiqués plus haut, on voit que ce fluide présente, au bout de quelques heures, des altérations profondes. Il perd d'abord sa viscosité, prend une apparence aqueuse en même temps qu'il se trouble, et contracte une odeur nauséabonde qui bientôt devient putride et très-désagréable. A mesure qu'il se modifie ainsi, le suc pancréatique perd la propriété de se coaguler par la chaleur et par les acides ; et quand il est complétement altéré, l'alcool, les acides ou la chaleur n'y produisent plus au-

cun précipité. La réaction alcaline du liquide persiste toujours dans ces circonstances. Lorsqu'on expose le suc pancréatique normal et récent à une température de 5° à 10°, il peut être conservé plusieurs jours, et alors on remarque que par l'abaissement de la température la viscosité du liquide augmente, et qu'il devient d'une consistance analogue à celle d'une gelée légère. Si, au contraire, on maintient le suc pancréatique à la température de 40° à 45°, il se modifie rapidement. Pendant les chaleurs de l'été, dans les temps orageux, cette altération du suc pancréatique s'opère quelquefois en très-peu d'instants.

Lorsqu'on extrait le suc pancréatique par l'ancien procédé, qui consiste à pratiquer dans l'hypochondre droit une incision pour amener au dehors une partie du pancréas, afin de fixer dans son conduit un tube d'argent destiné à recueillir le suc pancréatique, il arrive qu'au bout d'un certain temps après l'opération, l'animal est pris de malaise et de fièvre. La quantité du suc pancréatique sécrété augmente considérablement ; mais ce liquide est morbide et altéré, car bien que toujours alcalin, il a perdu sa viscosité et ne se coagule plus par la chaleur ni par les acides. Chez certains chiens et chez les chevaux, où l'opération est très-laborieuse, l'état de malaise survient immédiatement, de sorte que les premières parties du suc pancréatique sont déjà altérées et dépourvues de la matière active coagulable. C'est pour cela que le suc pancréatique du cheval, obtenu de cette manière, et analysé par MM. Leuret et Lassaigne, offrait les caractères du suc pancréatique altéré, en ce sens qu'il contenait excessivement peu de matière coagulable et beaucoup d'eau, ainsi qu'on peut s'en convaincre par les résultats de cette analyse :

Eau	99,1
Matière animale soluble dans l'alcool	00,9
Matière animale soluble dans l'eau	
Traces d'albumine	
Mucus	
Soude libre	
Chlorure de sodium	
Chlorure de potassium	
Phosphate de chaux	
	100,0

D'après cette analyse, MM. Leuret et Lassaigne ont pu croire que, chez le cheval, le suc pancréatique était analogue à la salive. Toutefois cela ne serait vrai que pour le suc pancréatique altéré ; car, en recueillant ce liquide chez le cheval dans d'autres conditions, on constate qu'il est semblable au suc pancréatique des autres animaux, et qu'il offre une grande viscosité, en même temps qu'il se coagule en masse par la chaleur et les acides énergiques.

C'est pour éviter toutes ces différences et ces incertitudes dans la qualité d'un fluide aussi altérable que le suc pancréatique, que M. Cl. Ber-

nard a imaginé de l'obtenir en pratiquant des fistules permanentes chez les animaux.

Lorsque le pancréas devient malade chez l'homme, le suc pancréatique subit la même altération, et il perd sa matière coagulable active.

On a quelquefois rencontré des calculs dans les conduits pancréatiques chez l'homme. Ces concrétions étaient formées en grande partie par des carbonates de chaux et de magnésie, unis au moyen d'une certaine quantité de matière organique.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DU SUC PANCRÉATIQUE.

Le suc pancréatique ne se mélange aux matières alimentaires que lorsqu'elles ont déjà subi l'action du suc gastrique et de la bile. A ce point, les substances albuminoïdes ont seules été dissoutes par le suc gastrique ; les matières grasses et amidonnées n'ont encore éprouvé aucune modification. M. Cl. Bernard a trouvé que le suc pancréatique agit sur les matières grasses d'une manière toute spéciale et très-énergique. Il a démontré que ce fluide, mis en contact avec les matières grasses neutres, les émulsionne instantanément et les modifie de manière qu'elles puissent être ultérieurement absorbées par les vaisseaux chylifères. En agissant en dehors de l'animal, on peut suivre les phases de cette action du suc pancréatique sur les matières grasses neutres.

Quand on mélange, à la température de 38° à 40°, du suc pancréatique avec de l'huile, du beurre ou de la graisse, on voit que la matière grasse se trouve instantanément émulsionnée de la manière la plus complète par le suc pancréatique. Il en résulte un liquide blanchâtre semblable à du chyle. En examinant de plus près les caractères de cette émulsion, il devient bientôt évident que, sous l'influence du suc pancréatique, la matière grasse n'a pas été simplement divisée et émulsionnée, mais qu'elle a été en outre modifiée chimiquement. En effet, lorsqu'on verse de la matière grasse neutre sur le suc pancréatique alcalin, le mélange possède une réaction alcaline très-nette, tandis que bientôt après il devient très-manifestement acide. La graisse a été dédoublée en acide gras et en glycérine. Quand on choisit du beurre pour opérer l'émulsion avec le suc pancréatique, bientôt l'acide butyrique est reconnaissable à son odeur caractéristique. D'où il résulte clairement que le suc pancréatique possède la propriété d'émulsionner instantanément et d'une manière complète les matières grasses neutres, et de les dédoubler ensuite en acides gras et en glycérine.

Le suc pancréatique jouit seul de cette propriété à l'exclusion de tous les autres liquides de l'économie. M. Cl. Bernard a essayé, comparativement sur les matières grasses neutres, l'action de la bile, de la salive, du suc gastrique, du sérum du sang, du liquide céphalo-rachidien, et aucun de ces liquides n'a émulsionné ou modifié la graisse.

Cette émulsion instantanée des matières grasses neutres, et leur dédoublement en glycérine et en acide gras ne sont effectués que par le suc pancréatique visqueux, alcalin, se coagulant en masse par la chaleur et les acides. Si, au contraire, on mélange par l'agitation, avec de l'huile ou de la graisse, du suc pancréatique morbide ou altéré, toujours alcalin, mais devenu aqueux, dépourvu de viscosité et ne se coagulant plus par la chaleur ni par les acides, son action sur les matières grasses est nulle, et il s'opère bientôt une séparation entre le suc pancréatique inerte et la graisse non modifiée. On peut conclure que le suc pancréatique agit sur les matières grasses neutres uniquement par sa matière organique coagulable et non par son alcali.

SUC INTESTINAL.

Jusqu'à présent le suc intestinal n'a pas été obtenu pur et sans mélange des autres fluides digestifs; de sorte qu'il a été impossible de l'analyser à part et d'étudier ses propriétés physiologiques. M. Cl. Bernard a observé que les liquides de l'intestin grêle variaient de réaction suivant le genre d'alimentation. Ainsi, dans la digestion de la viande et de la graisse, la réaction des liquides intestinaux est acide, tandis que dans la digestion des matières sucrées, amylacées et herbacées, la réaction intestinale est toujours alcaline.

Les matières amylacées sont surtout digérées dans l'intestin grêle, c'est-à-dire qu'elles y sont transformées en glucose. D'après MM. Bouchardat et Sandras, le suc pancréatique peut servir à cette transformation. Mais quand, sur des pigeons, on empêche ce liquide de couler dans l'intestin, ainsi que l'ont constaté Magendie et M. Cl. Bernard, la transformation de l'amidon en glucose s'effectue néanmoins, de sorte qu'il faut bien reconnaître alors qu'un autre liquide intestinal vient agir sur l'amidon. Du reste, la digestion de l'amidon, c'est-à-dire son changement en glucose, est une transformation si facile, qu'elle ne paraît être affectée spécialement à aucun liquide, comme cela arrive pour les matières albuminoïdes et graisseuses. La plupart des liquides muqueux et séreux de l'économie possèdent cette propriété. Les substances dites purgatives paraissent agir en provoquant surtout la réaction du suc intestinal, ce qui donne lieu à l'évacuation d'une grande quantité de liquide ou à la diarrhée. M. Cl. Bernard a observé qu'en irritant les ganglions nerveux du plexus solaire sur des chiens et sur des lapins, on provoquait une abondante sécrétion de suc intestinal, qui parfois offrait un aspect sanguinolent.

Le suc intestinal ne se coagule ni par la chaleur, ni par l'acide acétique. Il renferme de 3,042 à 3,467 pour 100 de matières solides.

EXCRÉMENTS.

Les matières excrémentitielles sont-elles le résultat d'une production ou d'une sécrétion particulière qui aurait lieu dans le gros intestin, ou bien ne représentent-elles simplement que les résidus des matières alimentaires non digérées par les sucs digestifs ?

Chez l'enfant, pendant la vie intra-utérine, avant que l'ingestion des aliments s'effectue, il existe des excréments dans le canal intestinal ; on leur donne alors le nom de *méconium*. Le méconium est une matière molle, d'une couleur brune noirâtre, d'une odeur et d'une saveur douceâtre et fade. Examiné au microscope, on y voit beaucoup de lamelles d'épithélium, puis des globules plats ressemblant à des corpuscules sanguins décolorés, et enfin on y rencontre des lamelles nombreuses ayant l'apparence de la cholestérine cristallisée. On en extrait une autre matière ayant les propriétés de la caséine. Voici, du reste, l'analyse du méconium par Simon :

Analyse des excréments avant la naissance.

Cholestérine	16,00
Matière extractive et acide bilifellinique	14,00
Caséine	34,00
Acide bifellinique et biline	6,00
Biliverdine avec acide bilifellinique	4,00
Épithélium, mucus, albumine	26,00
	100,00

Analyse d'excréments d'un enfant de six jours nourri avec le lait de sa mère.

Les excréments, à cet âge, sont jaunes, de la consistance d'une bouillie ; ils possèdent l'odeur et la saveur du lait aigri. On ne remarque plus ni débris d'épithélium ni cholestérine, mais beaucoup de globules de matière grasse.

Matière grasse	52
Matière colorante de la bile et graisse	16
Albumine ou caséine coagulée	18
Perte et eau	14
	100,00

Analyse des excréments humains.

Sur 100 parties d'excréments humains rendus par un homme qui avait mangé une grande quantité de pain grossier, avec des aliments de nature animale, l'analyse a donné :

Eau		75,3
Bile	0,9	5,7
Albumine	0,9	
Matières extractives particulières	2,7	
Sels	1,2	
Résidus insolubles des aliments digérés		7,0
Matières insolubles ajoutées dans le canal intestinal, mucus, résine biliaire, graisse animale particulière		12,0
		100,0

(Berzelius.)

Analyse d'excréments humains par M. Vogel.

Bile	0,9	5,7
Albumine	0,9	
Matière extractive particulière	2,7	
Sels	1,2	
Substances insolubles		7,0
Principe bilieux (*Gallenstoff*)		14,0
Principe particulier animal		
Eau		73,3
		100,0

Les excréments humains contiennent en outre des butyrates à base d'alcali. M. Marcet y a constaté la présence de margarate de chaux et de phosphate de chaux. Il y a découvert en outre un principe particulier auquel il a donné le nom d'*excrétine*, et qui renferme du soufre au nombre de ses éléments.

EXCRÉTINE. $C^{78}H^{78}SO^{2}$.

Propriétés. — L'excrétine est cristallisée, fusible entre 92° et 96°, inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau chaude ou dans l'eau froide; lorsqu'on la met en suspension dans l'eau bouillante, elle se convertit en une masse jaune résineuse.

Elle se dissout à peine dans l'alcool froid, mais l'alcool chaud la dissout aisément, ainsi que l'éther froid ou chaud.

Elle est neutre au papier de tournesol; chauffée sur une lame de platine, elle fond, dégage une odeur aromatique et brûle sans laisser de résidu.

Des solutions bouillantes de potasse ou de soude n'altèrent pas l'excrétine, non plus que les solutions étendues d'acide chlorhydrique ou sulfurique. L'acide nitrique bouillant, au contraire, la décompose en donnant des vapeurs nitreuses.

Préparation. — On n'a pu constater l'existence de l'excrétine que dans les excréments humains. Pour l'extraire, on épuise par l'alcool bouillant la partie solide des excréments; après un repos de douze

heures, on filtre la liqueur alcoolique et on la traite par une petite quantité de lait de chaux épais et pur.

Après quelques heures, il se forme un léger dépôt; on filtre le tout afin de séparer la chaux; on lave celle-ci à plusieurs reprises avec de l'eau et on la sèche au bain-marie. La substance sèche étant séparée du filtre, on l'introduit dans un flacon de verre, où on l'agite à plusieurs reprises avec un mélange d'alcool et d'éther, et l'on filtre. La liqueur, abandonnée dans un endroit frais, dépose à la longue des cristaux d'excrétine qu'on purifie par dissolution dans l'alcool bouillant et décoloration par le noir animal.

La composition de l'excrétine est exprimée par la formule $C^{78}H^{78}SO^{2}$.

(M. Marcet, *Ann. de chim. et de physique*, t. LIX, p. 91.)

Nous donnons ici la composition moyenne des cendres provenant des aliments et des excréments de l'homme :

	Cendres des aliments.	Cendres des excréments.
Potasse	39,75	28,69
Soude	3,69	5,53
Chaux	2,41	12,48
Magnésie	7,42	6,69
Oxyde de fer	0,79	0,97
Acide phosphorique	42,52	35,62
Acide sulfurique	1,86	9,05
Acide carbonique	1,12	1,97
Silice	0,44	0,60
	100,00	100,00

L'excès de chaux que contiennent les cendres des excréments doit être attribué à ce qu'une quantité notable de cette base provient des boissons que l'homme absorbe; quant à l'acide sulfurique, dont la proportion dans les cendres d'excréments est environ quatre fois plus forte que dans les cendres d'aliments, il se forme sans doute par l'oxydation du soufre des matières albuminoïdes. (M. Orfila.)

Analyse d'excréments de poule et de coq par M. Sacc.

Carbone	21,999
Hydrogène	2,937
Azote	1,900
Oxygène	20,074
Cendres	53,090
	100,000

Analyse d'excréments de chien par M. Wohl.

Chaux	43,049
Magnésie	0,087
Potasse	0,362
Soude	0,438
Silice	0,001
Acide phosphorique	3,446
Acide carbonique	7,464
Chlore	0,037
Fer	0,008
Matière organique	44,152
	98,984

Analyse des excréments de cheval par Ziel.

Eau	69,0
Résidus d'aliments	20,2
Amidon vert	6,3
Picromel avec sels	2,0
Matière biliaire avec extractif	1,7
Perte	0,8
	100,0

Autre analyse des excréments de cheval par Ziel.

Eau	67,0
Résidus d'aliments	14,0
Amidon vert	12,8
Picromel avec sels	3,4
Matière biliaire avec extractif	1,9
Perte	0,9
	100,0

Analyse de la bouse de vache par Zierl, Penot, Morin, Einhof.

Eau	61,90	70,00	63,58	75,00
Fibre végétale	15,60	24,08	26,93	14,10
Amidon vert avec albumine et mucus	»	»	»	8,30
Matières biliaires et sels	2,40	»	»	»
Bile	»	1,60	»	»
Matière amère	»	»	0,74	»
Résine biliaire avec picromel	»	»	0,93	»
Matière biliaire avec albumine	»	1,60	»	»
Résine biliaire et graisse biliaire	»	1,52	»	»
Picromel et sels	»	»	»	1,11
Matière biliaire avec extractif	»	»	»	1,09
Albumine	»	0,40	0,63	»
Sels, terre	»	»	1,45	»
Sable	1,10	»	»	»
		99,20	94,26	99,60

Analyse des cendres provenant des excréments de divers animaux.

	Vache.	Porc.	Mouton.	Cheval.
Silice	62,54	13,19	50,11	62,40
Potasse	2,91	3,60	6,32	11,30
Soude	0,98	3,44	3,23	1,98
Chlorure de sodium	0,23	0,69	0,14	0,03
Phosphate de peroxyde de fer	8,93	10,55	3,98	2,73
Chaux	5,71	2,03	18,15	4,63
Magnésie	11,47	2,24	5,45	3,84
Acide phosphorique	4,76	0,41	7,52	8,93
Acide sulfurique	1,77	0,90	2,69	1,83
Acide carbonique	»	0,69	»	»
Sable	»	61,37	»	»
Carbonate de manganèse	»	»	traces	»
Sels	»	»	»	12,13
	99,30	99,31		

(M. Rogers.)

Méthode d'analyse des excréments.

Les excréments humains sont d'abord délayés avec de l'eau, puis filtrés à travers un linge. Le liquide trouble brunâtre qui en résulte s'éclaircit au bout de quelques jours de façon à pouvoir se filtrer sur du papier. Ce liquide clair se colore fortement à l'air, et, abandonné à l'évaporation spontanée, il se recouvre peu à peu de phosphate ammoniaco-magnésien, provenant de l'ammoniaque formée par la décomposition des matières azotées et du phosphate de magnésie dissous dans les matières fécales.

La solution excrémentitielle est évaporée à consistance sirupeuse et mélangée avec de l'alcool et un peu d'eau distillée. Le résidu, traité par l'acide sulfurique, laisse déposer une matière brune cohérente, qui se compose surtout des matériaux de la bile. Les matières albumineuses et les lactates alcalins restent à l'état insoluble. Le liquide trouble, filtré sur un linge, laisse déposer le mucus. Les matières qui restent dans ce linge sont composées surtout des débris d'aliments et des parties ligneuses, etc. Les matières excrémentitielles renferment, du reste, une combinaison insoluble de la matière biliaire avec les sécrétions du tube intestinal. Cette combinaison peut être détruite par la chaux.

Pour déterminer les sels des matières excrémentitielles, on épuise les excréments par une grande quantité d'eau. La dissolution aqueuse, évaporée à sec, laisse un résidu que l'on calcine. En opérant sur 93gr,750, on a obtenu 0gr,837 de cendres contenant :

Carbonate de soude (provenant du lactate)	0,189
Chlorure de sodium	0,216
Sulfate de soude	0,108
Phosphate de magnésie	0,108
Phosphate de chaux	0,216
	0,837

GAZ INTESTINAUX.

L'estomac et les intestins renferment des gaz dont le volume et la nature varient suivant le genre d'alimentation, l'état de santé ou de maladie.

Dans la déglutition des aliments solides ou liquides, une certaine quantité d'air est introduite mécaniquement ; des gaz se produisent en outre par suite des actions chimiques exercées sur les aliments par les divers liquides du tube digestif.

Pour recueillir les gaz contenus dans l'intestin, ou ouvre l'abdomen, on lie l'estomac et l'intestin, on sépare les parties liées, et on les ouvre sous des cloches pleines de mercure.

Plusieurs expériences furent faites par M. Chevreul sur des suppliciés, peu de temps après la mort, et voici les résultats des analyses de ce chimiste :

Gaz de l'estomac.

	Sujet de 24 ans.
Oxygène	11,0
Acide carbonique	14,0
Hydrogène pur	3,6
Azote	71,4
	100,0

Gaz des intestins.

Intestin grêle.

	Premier sujet, 34 ans.	Deuxième sujet, 25 ans.	Troisième sujet, 23 ans.
Acide carbonique	24,4	40,0	25,0
Hydrogène pur	55,5	51,1	8,4
Azote	20,1	8,9	66,6
	100,0	100,0	100,0

Gros intestin.

Acide carbonique	43,5	70,0	42,9
Hydrogène carboné	5,5	11,6	11,2
Hydrogène pur	0,0	un peu	0,0
Azote	51,0	18,4	45,9
	100,0	100,0	100,0

On y trouve en outre des traces d'hydrogène sulfuré.

Ainsi les gaz de l'estomac contenaient de l'oxygène, ceux de l'intestin n'en renfermaient point.

On voit que la composition des gaz intestinaux est très-variable chez les trois sujets.

Que l'hydrogène est plus abondant dans les intestins grêles que dans l'estomac et les gros intestins.

Chevillot a étudié les gaz de l'intestin dans l'état de maladie, et a reconnu que l'azote se trouve en plus grande quantité chez l'homme mort de maladie que chez l'homme sain, ce qui, dans plusieurs cas, est l'inverse pour l'acide carbonique.

Les gaz intestinaux se développent quelquefois en très-grande abondance chez les herbivores qui ont mangé certains aliments verts, particulièrement de la luzerne et du trèfle. C'est à cet accident que l'on a donné le nom de *météorisation*. On a proposé de combattre cette affection en administrant de l'ammoniaque, pour absorber l'acide carbonique, ou du chlorure de soude pour détruire l'hydrogène carboné. On est forcé, dans certains cas, d'employer la ponction pour donner issue à ces gaz. MM. Lameyran et Fremy ont analysé les gaz ainsi obtenus, et ont trouvé.

Hydrogène et hydrogène sulfuré	80
Hydrogène carboné	15
Acide carbonique	5
	100

Usages. — Les gaz intestinaux maintiennent béante la cavité du tube digestif que les matières alimentaires parcourent ainsi sans difficulté (Longet). Grâce à ces gaz, les parois de l'intestin sont soutenues, le sang circule librement dans les vaisseaux qui les contiennent, et les phénomènes de sécrétion et d'absorption s'accomplissent sur une plus grande surface. (Guérard.)

CALCULS INTESTINAUX.

On trouve parfois dans les intestins des animaux des calculs d'un aspect cristallin et diversement colorés.

Ces calculs se forment probablement dans les canaux biliaires et passent ensuite dans les intestins. Ils renferment presque tous de la bile. (M. Thenard.)

Plusieurs calculs intestinaux ont été analysés. Voici leur composition :

Calcul intestinal humain.

Stéarine, Élaïne, Acide particulier	74
Matière analogue à la fibrine	21
Phosphate de chaux	4
Chlorure de sodium	1
	100

(M. Lassaigne.)

Caeum intestinal de cheval.

Huile résineuse	96,56
Chlorure alcalin	
Sel de chaux soluble	
Phosphate de chaux	0,47
Sulfate de chaux	0,20
Mucus animal	1,37
Eau	1,40
	100,00

(M. Guibourt.)

CHYLE.

Le chyle est un liquide constamment alcalin, qui est puisé dans l'intestin grêle par les vaisseaux chylifères : il parcourt successivement l'appareil chylifère depuis l'intestin jusque dans la veine sous-clavière gauche, où il se déverse dans le sang.

Sur le trajet de l'appareil chylifère se rencontrent des ganglions nommés *ganglions mésentériques*, qui ont une certaine influence sur la composition du chyle.

On distinguait autrefois deux espèces de chyles. L'un, nommé *chyle végétal*, qui ne se remarquait que chez les herbivores, avait l'aspect d'un liquide clair, limpide et transparent. L'autre, qui était le *chyle animal*, se rencontrait chez les carnivores; il était formé par un liquide blanc, laiteux, d'une certaine consistance. Actuellement, il est reconnu que la teinte opaline et blanchâtre du chyle est due uniquement à la présence de la matière grasse existant dans le chyle à l'état d'émulsion (Magendie); il n'existe donc qu'un seul chyle.

On avait cru aussi que le chyle représentait la totalité des matières alimentaires dissoutes par les procédés digestifs, et que par conséquent le chyle devait être regardé comme le liquide nutritif par excellence. Il est prouvé maintenant que la plus grande partie des matières nutritives n'est pas absorbée par les vaisseaux chylifères : toutes les matières azotées, amylacées et sucrées, sont absorbées par les veines de l'intestin; les matières grasses seules sont absorbées par les vaisseaux chylifères.

Le chyle provient généralement du canal thoracique; pour l'examiner, on doit le prendre chez un animal en pleine digestion. Le chyle qu'on obtient ainsi est limpide ou laiteux.

Le chyle, lorsqu'il est limpide, se coagule comme le sang, par l'exposition à l'air, et le liquide se divise alors en deux portions : l'une constitue le *sérum*, l'autre le *caillot*. Si le chyle est laiteux, une couche de graisse surnage le sérum. On a remarqué de plus que le chyle, exposé à l'air, prend une teinte légèrement rosée à sa surface. Emmert, le premier, a observé que le chyle présente quelques différences, suivant qu'on l'examine au sortir de l'intestin avant le passage à travers les ganglions

mésentériques, ou suivant qu'on l'étudie plus tard dans le canal thoracique. Le chyle, avant d'avoir traversé les ganglions mésentériques, est blanchâtre; il se coagule difficilement; son coagulum est mou, la fibrine y est peu abondante. Le chyle qui présente ces caractères ne rougit pas à l'air.

Haller évalue à 100 grammes en moyenne la quantité de chyle qui se forme journellement chez l'homme.

CARACTÈRES MICROSCOPIQUES DU CHYLE.

Le microscope permet de distinguer dans le chyle des globules de deux espèces : les globules de graisse, et les globules particuliers du chyle.

Les globules de graisse apparaissent sous forme de gouttelettes plates, arrondies ou un peu irrégulières, diaphanes, à bords obscurs, de volumes très-divers.

Les globules particuliers du chyle sont grenus, arrondis et peu réguliers : leur quantité augmente en raison de la diminution de la graisse; ils sont plus abondants après le passage à travers les ganglions mésentériques. Du reste, ces globules sont semblables à ceux de la lymphe. (M. Schultz.)

COMPOSITION CHIMIQUE DU CHYLE.

Nous avons dit que le chyle se coagule comme le sang, par l'exposition à l'air, et se divise alors en deux parties, dont l'une constitue le sérum et l'autre le caillot.

Tiedemann et Gmelin ont examiné la proportion relative du caillot et du sérum dans le chyle de différents animaux. Suivant ces chimistes, le chyle du cheval est celui qui se coagule le plus facilement : 100 parties de ce liquide donnent 1,06 à 5,65 de caillot frais, et 0,19 à 1,75 de caillot sec. Le chyle du chien se coagule moins facilement : la quantité de caillot frais est de 1,36 à 5,75 pour 100; et celle du caillot sec de 0,17 à 0,56. Le chyle des brebis est le moins coagulable de tous; il donne, pour 100 parties, 2,56 à 4,75 de caillot frais et 0,24 à 0,82 de caillot sec. Le chyle des animaux à jeun se coagule d'une manière plus complète et contient plus de caillot frais et sec que celui des animaux nourris avec profusion : la proportion du caillot dans le chyle des chevaux à jeun varie entre 1,00 et 1,75 pour 100, et dans celui des chevaux nourris d'avoine entre 0,19 à 0,78 seulement.

D'après les mêmes chimistes, la quantité de parties solides tenues en dissolution dans le sérum du chyle est très-variable. Le sérum desséché provenant du liquide contenu dans le canal thoracique d'animaux tués à jeun contient plus d'albumine et de ptyaline, mais moins d'osmazôme et plus de graisse que celui des animaux qui ont pris de la nourriture en abondance. Gmelin a trouvé dans le sérum du chyle de cheval :

Graisse brune	15,47
Graisse jaune	6,35
Osmazôme, acétate de soude, chlorure de sodium cristallisé en octaèdres, sans doute à cause de la présence d'une matière animale	16,02
Matière soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, avec carbonate de soude et très-peu de phosphate de soude	2,76
Albumine	55,25
Carbonate et un peu de phosphate de chaux obtenus par la combustion de l'albumine	2,76
	98,61

En général, on ne retrouve, dans le chyle, aucune trace des matières qui ont servi à l'alimentation des animaux : seulement, après l'usage du beurre, ce liquide est fort riche en graisse, et après celui de l'amidon, on y découvre du sucre.

M. Wurtz a reconnu la présence de l'urée dans le chyle du taureau, du bélier, du chien, de la vache, du mouton et du cheval.

Rees, ayant eu l'occasion d'analyser le contenu du canal thoracique d'un homme, une heure et demie après la mort par submersion, le trouva composé de :

Eau	90,48
Albumine et fibrine	7,08
Extrait aqueux	0,56
Extrait alcoolique	0,52
Chlorure de potassium	0,44
Matières grasses	0,92
	100,00

Les matières grasses avaient le même caractère que celles du sang, seulement elles ne contenaient pas de phosphore; la cendre de l'extrait aqueux contenait du fer, celle de l'extrait alcoolique donnait plus de carbonate de soude que le sang.

On doit aussi à F. Simon l'analyse du chyle de trois chevaux nourris, le premier avec des pois, les deux autres avec de l'avoine :

	I.	II.	III.
Eau	940,670	928,000	916,000
Graisse	1,186	10,010	0,900
Albumine	42,717	46,430	60,530
Fibrine	0,440	0,805	0,900
Hématosine	0,474	traces	5,691
Matières extractives et ptyaline	8,300	5,320	5,265
Chlorhydrate et lactate de soude avec traces de sels de chaux	»	7,300	6,700
Sulfate et phosphate de chaux avec traces d'oxyde de fer	»	1,100	0,850
	993,787	998,965	996,836

Analyse du chyle de chien et de cheval, par Macaire et Marcet.

Carbone	55,2	55,0
Hydrogène	6,6	6,7
Azote	11,0	11,0
Oxygène	27,2	27,3
	100,0	100,0

Le chyle thoracique du cheval contient pour 100 parties :

Eau	90	à	96,8
Fibrine	0,495		0,301
Albumine	3,46		»
Graisse	0,118		1,00
Extractif	0,526		»
Sels solubles	0,74		»

Nasse donne, pour l'analyse du chyle du chat :

Eau			905,7
Principes solides.	94,3	Fibrine	1,3
		Matière grasse	32,7
		Albumine, globules semblables à ceux du sang et mat. extractive.	48,9
		Chlorure de sodium	7,1
		Autres sels solubles	2,3
		Fer	traces
		Sels terreux	2,0
			1000,00

LYMPHE.

La lymphe est le liquide contenu dans les vaisseaux lymphatiques; elle a un grand rapport avec le chyle. Ces deux liquides contiennent de l'albumine et de la fibrine à l'état de dissolution, et leur proportion y est très-variable, comme on peut le voir par l'examen des analyses que nous en donnons. La lymphe paraît contenir une quantité de graisse bien moins considérable que le chyle.

D'après les recherches de M. Wurtz, la lymphe du taureau, de la vache, du bélier, du mouton, du chien et du cheval renferme de l'urée.

On y a aussi constaté la présence du sucre.

La lymphe est assez difficile à obtenir à l'état de pureté; elle est incolore ou légèrement jaunâtre, son odeur est caractéristique. Elle se coagule comme le sang. Examinée au microscope, on y trouve des cellules lymphatiques, des globules graisseux et quelques globules du sang.

Rees a donné l'analyse comparative du chyle et de la lymphe d'un jeune âne qui avait été nourri de haricots et d'avoine :

	Chyle.	Lymphe.
Eau	90,237	96,536
Albumine	3,516	1,200
Fibrine	0,370	0,120
Extrait soluble dans l'eau et l'alcool	0,332	1,310
Extrait soluble dans l'eau seulement	1,233	0,240
Graisse	3,601	traces
Sels et traces d'oxyde de fer	0,711	0,585
	100,000	99,991

MM. Marchand et Colberg ont analysé la lymphe de l'homme; ils y ont trouvé :

Eau	96,926
Fibrine	0,520
Albumine	0,434
Osmazôme	0,312
Huile grasse Graisse cristalline Chlorure de sodium Chlorure de potassium Carbonates et lactates alcalins Sulfate de chaux Phosphates de chaux et oxyde alcalin	1,544
	99,736

RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA DIGESTION.

En résumé, pour se transformer en sang, les aliments doivent d'abord être divisés dans la bouche par les *dents*, puis mélangés à un liquide sécrété par les *glandes salivaires*, qui est la *salive*.

Le rôle de la salive est à la fois physique et chimique. La salive est en général alcaline; elle facilite la digestion des aliments et peut opérer certaines modifications chimiques, comme la transformation en sucre des substances organiques neutres telles que l'amidon.

Les aliments ayant subi l'action de la salive portent le nom de *bol alimentaire;* ils descendent, par suite du phénomène de la *déglutition*, traversent un tube élastique qui a reçu le nom d'*œsophage*, et arrivent dans l'*estomac*.

La membrane muqueuse de l'estomac sécrète un liquide acide, le *suc gastrique*, dont le rôle chimique est fort important. Le suc gastrique agit chimiquement sur les aliments, les *digère*, comme on dit; il modifie et dissout les substances azotées, n'agit pas sur les corps gras et hydrate les corps neutres.

Les aliments séjournent pendant un certain temps dans l'estomac et sont portés ensuite, par une série de contractions, de l'estomac dans le *duodénum*, où ils se trouvent arrosés par un suc particulier que l'on nomme *suc pancréatique*.

Le suc pancréatique émulsionne les corps gras et les rend absorbables; de plus, il transforme l'amidon en sucre. (M. Cl. Bernard.)

Le duodénum reçoit encore un autre liquide alcalin, la *bile*. La bile est sécrétée par le foie; elle est conservée pendant un certain temps dans la vésicule du fiel, et arrive dans le duodénum par un conduit particulier appelé le *conduit cholédoque*.

La bile est indispensable à l'acte de la digestion, mais on n'est pas d'accord sur la manière dont elle agit; on peut seulement affirmer qu'une portion de la bile est absorbée, et que ce fluide agit sur les matières azotées dissoutes dans le suc gastrique. (Schwann.)

Les substances alimentaires, après avoir été soumises à l'influence de la salive, du suc gastrique, du suc pancréatique et de la bile, constituent le *chyme*, et passent dans l'*intestin grêle*.

L'intestin grêle est un tube étroit dont le développement varie avec la nature des aliments qu'il doit recevoir. Chez l'homme, les intestins ont six ou sept fois la longueur du corps. Chez les carnivores, ils ne sont pas très-longs : chez le lion, ils ont environ trois fois la longueur du corps. Chez les herbivores, les intestins sont toujours développés; ils peuvent avoir jusqu'à vingt-huit fois la longueur de l'animal.

Dans les intestins se trouve le *suc intestinal*, qui opère la transformation des matières amylacées en glucose. Pendant que cette réaction s'accomplit, le chyme est poussé peu à peu par le *mouvement vermiculaire* de l'intestin grêle : sur cet intestin viennent s'insérer une multitude de vaisseaux appelés *vaisseaux chylifères*, qui *sucent* en quelque sorte l'intestin grêle et extraient du chyme un liquide blanc, quelquefois rosé, qui est le *chyle*.

Le chyle arrive par les vaisseaux capillaires dans le système veineux, et rend au sang ce qu'il a cédé aux différents organes pendant la circulation.

Le chyme ayant perdu le chyle, c'est-à-dire la partie réparatrice et nutritive des aliments, devient de plus en plus solide, pénètre dans le gros intestin; et enfin la partie non nutritive des aliments est rejetée par le *rectum*.

Nous avons vu comment les matières grasses, les matières amidonnées ou sucrées, et les matières azotées, passent dans le sang et servent à la vie de l'animal.

Les boissons alcooliques, introduites dans le canal digestif, n'y subissent aucune altération; l'alcool, absorbé par les veines, est porté dans les poumons, où il est converti en eau et en acide carbonique par l'action de l'oxygène de l'air : quelquefois il se transforme en acide acétique.

URINE.

La sécrétion urinaire s'exerce au moyen des reins, qui séparent du sang un certain nombre de corps.

On sait que les urines varient, sous le rapport physiologique, suivant le genre d'alimentation ; aussi a-t-on distingué les urines en urines d'herbivores et en urines de carnivores.

Chez les herbivores, les urines tiennent en suspension du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie, tandis que, chez les carnivores, elles sont acides, claires et contiennent beaucoup d'urée.

Toutes les variétés d'urine, considérées au point de vue physiologique, peuvent être ramenées à des conditions de fixité bien déterminées. Chez tous les animaux privés de nourriture, les urines sont identiques, chimiquement et physiquement; c'est donc l'alimentation qui change la nature des urines. Le rapport de l'urine avec l'alimentation de l'animal est connu depuis longtemps. Des chiens nourris exclusivement avec du sucre rendent des urines semblables à celles des animaux herbivores. Lorsque l'animal est à jeun, on peut le considérer comme carnivore; car alors il se nourrit de sa propre substance et ses urines présentent tous les caractères de l'urine des carnivores.

On peut rapporter l'urine à trois sources différentes. La plus abondante provient de l'absorption de boissons aqueuses dont les reins ont pour but de rejeter ce qui n'est pas assimilé. Une seconde fonction des reins devient évidente pour les caractères physiques et chimiques de l'urine, lorsque la digestion des aliments est incomplète. Il n'est pas rare, dans ces circonstances, d'y déceler la présence de quelques traces des éléments d'un repas antérieur imparfaitement digéré. L'odeur particulière et la couleur de l'urine rendue après l'ingestion de certains aliments, comme l'asperge, la rhubarbe, en sont un exemple. Une troisième fonction accomplie par les reins consiste dans leur aptitude à rejeter de l'organisme animal les éléments produits par la désorganisation des tissus devenus impropres à passer par quelque transformation utile à l'économie, et dont celle-ci ne peut se débarrasser, soit par les poumons, soit par la peau.

On peut donc distinguer les urines, au point de vue de leur sécrétion, en trois variétés :

1° L'urine rendue quelque temps après l'ingestion d'une abondante quantité de liquide; elle est pâle et d'une faible densité (1,003 à 1,009).

2° L'urine sécrétée peu de temps après la digestion d'un repas copieux. Sa densité est très-forte (de 1,020 à 1,028, et même 1,030).

3° L'urine sécrétée indépendamment de l'influence des aliments. Sa densité est intermédiaire (1,015 à 1,025); c'est celle qui est rendue après le repos de la nuit. Elle présente, d'une manière parfaite, les caractères essentiels de l'urine.

Sous le rapport physique, l'urine se présente sous beaucoup d'aspects. Chez certains reptiles, les ophidiens, par exemple, l'urine est solide, et ces reptiles rendent des calculs d'acide urique ; chez d'autres, les batraciens, elle est très-liquide et contient à peine des traces d'urée. Chez les oiseaux et les poissons, il n'y a pas d'appareil particulier pour la sortie de l'urine, qui est évacuée avec les excréments.

La quantité d'urine évacuée ne peut être soumise à aucune appréciation fixe; elle peut être augmentée ou diminuée par un certain nombre de conditions physiologiques. La sécrétion urinaire augmente quand la transpiration cutanée et pulmonaire diminue, tandis qu'elle diminue quand la transpiration augmente. Ainsi elle augmente en hiver et elle diminue en été. Il en résulte que, chez les individus des pays chauds, les reins fonctionnent peu, tandis que, dans les pays froids, les reins fonctionnent beaucoup; aussi les maladies de la peau sont fréquentes dans les pays chauds, et les maladies des reins se constatent surtout dans les pays froids.

L'injection des substances liquides augmente en général la sécrétion de l'urine. L'injection de certaines substances particulières, dites *diurétiques*, qui accélèrent la circulation, déterminent une augmentation de sécrétion. D'autres diminuent cette sécrétion. Les cantharides diminuent la sécrétion et agissent d'une manière particulière en faisant passer l'albumine dans les urines. Les sels qui sont éliminés par les urines activent aussi pour la plupart la sécrétion de ce liquide.

Le minimum d'urine, à l'état normal, rendue par l'homme en vingt-quatre heures, est de 656 grammes, et le maximum de 1656 grammes.

(M. Rayer.)

L'urine, dans les conditions ordinaires chez l'homme, est un liquide clair, d'une couleur ambrée, dont la densité moyenne est 1,018. L'urine peut varier suivant le moment où elle a été sécrétée. Aussitôt après le repas, elle est plus aqueuse et moins dense. L'urine rendue le matin est moins aqueuse et chargée d'une plus grande quantité de sels.

Chez les enfants, l'urine présente une densité très-faible, contient beaucoup d'eau, très-peu d'urée et de sels.

Au bout de quelques jours, l'urine, qui d'abord était acide, acquiert une odeur ammoniacale, réagit à la manière des alcalis, se couvre d'une pellicule mucilagineuse, blanche, et laisse déposer de petits cristaux blancs de phosphate ammoniaco-magnésien.

COMPOSITION CHIMIQUE DE L'URINE.

La composition chimique de l'urine à l'état normal a été déterminée par un grand nombre de chimistes, et, dans ces derniers temps, l'urine de l'homme a été analysée par MM. Lehmann, Lecanu et Becquerel.

Les principaux éléments de l'urine, ceux qui s'y trouvent à l'état normal, sont très-nombreux; nous ne ferons qu'indiquer ici leur nature, la

recherche de ces mêmes éléments et leur détermination feront l'objet d'un chapitre spécial.

Quand on filtre l'urine claire, il reste sur le filtre une couche très-mince, formant comme un vernis, c'est le *mucus*. Quelquefois l'urine, après un repos plus ou moins long, présente un dépôt ou sédiment le plus souvent composé d'acide urique ou de phosphate ; nous reviendrons sur l'étude de ces sédiments.

L'urine filtrée renferme un grand nombre de principes, qui sont :

L'urée,	Des sulfates,	
L'acide urique,	Des chlorures,	
L'acide hippurique (quelquefois),	Des phosphates,	
La créatine,	De la chaux,	à l'état de sels.
La créatinine,	De la soude,	
L'acide lactique,	De la magnésie,	
Une matière colorante (purpurine),		

D'autres substances ont été signalées comme appartenant à l'urine normale; ce sont le sucre et une substance génératrice de l'indigo, que M. Schunck a nommée *indican*, ainsi que l'inosite (SCHERER) et l'acide inosique.

Voici maintenant les proportions dans lesquelles ces différents éléments sont contenus dans l'urine.

Composition de l'urine normale de l'homme, par M. Lehmann.

Eau	936,76	931,42	932,41
Matières solides	63,24	68,58	67,59
	1000,00	1000,00	1000,00

Les matières solides se répartissent de la manière suivante :

Urée	31,45	32,91	32,90
Acide urique	1,02	1,07	1,07
Acide lactique	1,49	1,55	1,51
Extrait aqueux	1,62	0,59	0,63
Extrait alcoolique	10,06	9,81	10,87
Lactate d'ammoniaque	1,89	1,96	1,73
Chlorure de sodium et sel ammoniac	3,64	3,60	3,71
Sulfates alcalins	7,31	7,29	7,32
Phosphate de soude	3,76	3,66	3,98
Phosphates de chaux et de magnésie	1,13	1,18	1,10
Mucus	0,11	0,10	0,11
	63,48	63,72	64,9

Composition moyenne de l'urine chez l'homme et chez la femme, par M. A. Becquerel.

	Homme.		Femme.		Moyenne générale.	
	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.
Quantités d'urine	1267,300	1000,000	1371,700	1000,000	1319,800	1000,000
Densité	1,018	»	1,015	»	1,017	»
Eau	1227,779	968,815	1337,489	975,052	1282,634	971,935
Matières données par l'évaporation directe	39,521	31,185	34,211	24,948	36,866	28,066
Urée	17,537	13,838	15,582	10,366	16,555	12,102
Acide urique	0,495	0,391	0,557	0,406	0,526	0,398
Sels indécomposables à la température rouge	9,751	1,695	8,426	6,143	(*) 9,089	(**) 6,919
Matières organiques qu'on ne peut isoler et doser séparément : Acide lactique, Lactate d'ammoniaque, Matières colorantes, Matières extractives, Chlorhydrate d'ammoniaque	11,738	9,261	9,655	8,033	10,696	8,647

Composition de ces sels.

Chlore	(*) 0,659	(**) 0,502
Acide sulfurique	1,123	0,855
Acide phosphorique	0,417	0,317
Potasse	1,708	1,300
Soude, Chaux, Magnésie	5,181	3,944

Pour donner une idée de l'influence du régime alimentaire sur la composition des urines, nous reproduisons ci-dessous un tableau de Lehmann indiquant les variations de composition de l'urine, suivant que le régime est animal et végétal.

Influence du régime alimentaire sur la composition de l'urine.

NATURE du régime alimentaire.	RÉSIDU de l'urine.	URÉE.	ACIDE lithénique.	AC. LACTIQUE et lactates.	MATIÈRES extractives.
Régime mêlé.....	67,82	32,498	1,183	2,725	10,489
Régime animal	87,44	53,198	1,478	2,167	5,196
Régime végétal.....	59,24	22,481	1,021	2,669	16,499
Régime non azoté.....	41,68	14,408	0,735	5,276	11,854

(M. Lehmann.)

D'après M. Brücke, M. Bence Jones et quelques autres physiologistes, le sucre se trouve dans l'urine à l'état normal. Suivant M. Schunck, l'urine renferme un glucoside, l'*indican*, pouvant se dédoubler en glucose et en indigo bleu. M. Brücke pense que le sucre normal qui existe dans l'urine n'est pas celui qui résulte de ce dédoublement.

Pour reconnaître la présence de l'indican dans l'urine, on introduit dans l'urine à essayer, placée dans un tube à essais, le tiers environ de son volume d'acide sulfurique du commerce, en ayant soin de le laisser tomber au fond, puis on agite le tout. Il se produit immédiatement une coloration qui varie depuis le lilas jusqu'au bleu indigo, suivant la richesse de l'urine en indican. (Alb. Carter.)

Pour reconnaître la présence du sucre dans l'urine normale, M. Brücke emploie une méthode qui est fondée sur l'insolubilité du glucosate de potasse dans l'alcool (*Journ. für prakt. Chem.*, LXXIV, 115). On peut encore précipiter l'urine par l'acétate de plomb, puis par le sous-acétate; la liqueur filtrée étant additionnée d'ammoniaque, donne un nouveau précipité qui renferme le glucose; le précipité par le sous-acétate en renferme aussi un peu. En décomposant ces précipités par l'hydrogène sulfuré, on obtient des solutions incolores avec lesquelles on peut constater es réactions du glucose.

D'après M. Bence Jones, la quantité de sucre contenue normalement dans l'urine peut être déterminée, soit par le saccharimètre, soit par la fermentation.

Un dernier procédé que nous citerons pour rechercher le sucre est celui de M. Pettenkofer; il est fondé sur la coloration que prennent les acides de la bile sous l'influence du sucre et de l'acide sulfurique. Ce procédé n'est pas susceptible d'une grande exactitude.

La quantité de sucre normal renfermé dans l'urine s'élève à 0,1 ou 0,2 pour 1000.

Certaines urines, additionnées de potasse, sont capables d'attirer l'oxygène de l'air et de réduire les solutions alcalines de cuivre. M. Bœdecker, qui a observé ce fait sur l'urine d'un malade, a donné à la substance communiquant cette propriété à l'urine, le nom d'*alcaptone*.

Pour la retirer de l'urine, on précipite celle-ci par le sous-acétate de plomb (après avoir précipité par l'acétate neutre). Ce précipité, lavé à l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne une liqueur qui réduit la liqueur de Fehling, mais qui n'a pas d'action sur l'hydrate de bismuth, ce qui prouve que l'on n'a pas affaire à du sucre.

L'alcaptone forme une masse amorphe ou un vernis jaune d'or, sans odeur ni saveur particulières, très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, à peu près insoluble dans l'eau.

Chauffée avec de la chaux sodée, elle dégage des vapeurs alcalines d'une odeur repoussante; elle réduit à chaud le nitrate d'argent, et précipite à froid le nitrate de mercure en rouge-brun; à chaud, il y a réduction.

La levûre de bière ne provoque pas de fermentation dans la solution d'alcaptone.

(M. Bœdecker, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXVII, 98.)

ANALYSE DES URINES ET DOSAGE DES MATIÈRES QUI Y SONT CONTENUES.

Lorsqu'on a à entreprendre l'analyse d'une urine, la première chose à faire est de prendre sa densité. Cette opération a lieu à l'aide d'un aréomètre particulier, nommé *urinomètre*. C'est un aréomètre de verre gradué de telle sorte que le chiffre de l'échelle auquel affleure le liquide indique immédiatement sa densité : ainsi, si ce chiffre est 18, la densité sera 1,018; il y a seulement à faire une petite correction relative à la température. Ces appareils sont généralement gradués à la température de 15°,5, et si l'on a soin d'opérer à cette température, on n'aura pas de correction à faire.

On peut aussi prendre la densité de l'urine par la méthode du flacon, ou simplement s'en rendre compte en évaporant un poids connu d'urine, et pesant le résidu.

Lorsqu'on a pris la densité de l'urine, on peut commencer la détermination des principes qu'elle renferme. On en prend 30 grammes, que l'on évapore au bain-marie, jusqu'à réduction d'environ 8 grammes; après le refroidissement complet du liquide, on ajoute lentement 2 grammes d'acide nitrique, et le liquide se prend en une masse cristalline de nitrate d'urée; celui-ci, étant recueilli avec précaution, séché et pesé, indique la quantité d'urée existant dans les 30 grammes d'urine.

Ce nitrate d'urée, vu au microscope, présente les formes indiquées dans les figures 6 et 7.

L'urée elle-même présente les formes de la figure 8.

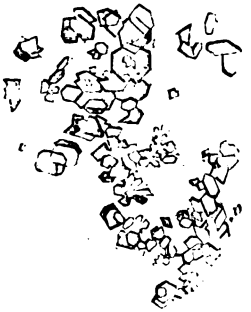

Fig. 6.

Fig 7.

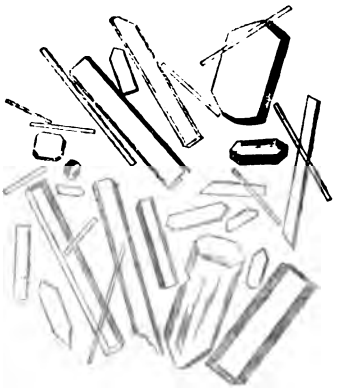

Fig. 8.

Il existe des méthodes plus exactes et plus expéditives pour doser l'urée, nous allons en faire connaître quelques-unes.

Dosage de l'urée. — Pour doser l'urée contenue dans l'urine, on fait concentrer cette urine, on la traite par l'alcool, qui dissout l'urée et précipite l'acide urique, les urates et les sels inorganiques. On fait ensuite passer l'urée à l'état d'azotate et on la dose à cet état.

(M. Lecanu.)

L'azotate d'urée étant soluble dans l'acide azotique, les résultats obtenus par cette méthode ne présentent pas une grande exactitude.

Le procédé de dosage suivant, fondé sur le dédoublement en acide carbonique et en ammoniaque que subit l'urée quand on traite ce corps par l'acide sulfurique concentré, est plus certain.

On additionne de 30 gouttes d'acide chlorhydrique 6 à 8 grammes d'urine récente et refroidie, puis on abandonne ce mélange à lui-même dans un endroit frais. La totalité de l'acide urique que renferme l'urine se dépose dans l'espace de vingt-quatre heures. On filtre et l'on recueille la liqueur claire dans un creuset de platine où l'on ajoute ensuite 6 grammes d'acide sulfurique. Ce creuset est chauffé doucement jusqu'à ce que le dégagement d'acide carbonique commence à s'opérer. On le recouvre, à ce moment, d'un verre de montre pour empêcher les pertes par projection, et l'on continue à élever lentement la température, en ayant soin toutefois de ne pas dépasser 180°. Lorsque la décomposition de l'urée est achevée, ce qui est indiqué par l'arrêt du dégagement de gaz, on reprend par de l'eau le contenu du creuset, et, après avoir filtré la dissolution, on l'évapore presque à siccité; le résidu se compose d'acide sulfurique, de sulfate de potasse, de sulfate de soude, de sulfate

d'ammoniaque, de phosphates et de quelque peu de matière organique. On verse successivement sur ce résidu 20 gouttes d'acide chlorhydrique, un faible excès de bichlorure de platine dissous, et de l'alcool éthérisé : la potasse, l'ammoniaque existant normalement dans l'urine, et celle qui provient de l'urée, se précipitent à l'état de combinaison avec le chlorure de platine. On jette, six ou huit heures après, le précipité sur un filtre, on le lave avec de l'alcool chargé d'éther, et on le calcine dans un creuset taré. Le produit de la calcination est ensuite détaché à chaud du creuset au moyen d'une petite quantité d'acide chlorhydrique étendu, épuisé sur un filtre par le même acide, et introduit avec ce filtre dans le creuset qui a déjà servi et que l'on porte au rouge. On obtient ainsi du platine métallique qui, déduction faite du poids des cendres du filtre, correspond à la quantité de potasse, d'ammoniaque et d'urée contenue dans l'urine.

Il faut maintenant évaluer les proportions de potasse et d'ammoniaque qui se trouvent normalement dans l'urine et que le bichlorure de platine a précipitées dans l'opération précédente. Pour cela on ajoute dans 1 volume de la même urine une quantité convenable de bichlorure de platine, puis 3 volumes d'alcool et 1 volume d'éther. Le précipité qui se forme est recueilli après huit ou dix heures sur un filtre, calciné et lavé avec de l'acide chlorhydrique bouillant. On obtient ainsi un poids de platine qui, étant soustrait de celui que l'on a déterminé dans la première opération, indique la quantité de platine correspondant à l'urée. Or, puisque l'urée, en se décomposant, produit 2 équivalents d'ammoniaque, comme l'indique l'équation suivante :

$$C^2H^4Az^2O^2 + 2HO = 2CO^2 + 2AzH^3,$$

et que le chloroplatinate d'ammoniaque contient $PtCl^2,AzH^3,HCl$, il est évident que 2 équivalents de platine correspondent à 1 équivalent d'urée. Connaissant le poids de platine, on peut donc, au moyen d'une proportion, déterminer la richesse de l'urine en urée. (M. Heintz.)

Un autre procédé de dosage de l'urée, très-fréquemment employé, consiste dans la décomposition de ce corps sous l'influence de l'azotite de mercure.

Le dosage de l'urée à l'aide de cette méthode s'exécute de la manière suivante. On prépare de l'azotite de mercure en dissolvant, à une température peu élevée, 125 grammes de mercure dans 168 grammes d'acide azotique d'une densité égale à 1,4, puis on étend la liqueur de 2 fois son volume d'eau et on l'enferme dans un flacon. L'azotite de mercure ainsi obtenu peut se conserver longtemps sans perdre de son efficacité. Pour opérer le dosage, on introduit successivement 15 à 20 grammes d'urine et 40 à 50 centimètres cubes de la solution mercurielle dans un ballon de 150 à 200 centimètres cubes de capacité, et au col duquel on adapte un bouchon traversé par deux tubes : l'un de

ces tubes est fermé à la lampe ; l'autre communique avec un tube en U rempli de ponce sulfurique, et mis lui-même en communication avec un appareil à boules de Liebig, que l'on a pesé après y avoir introduit une dissolution concentrée de potasse. La décomposition, qui commence à froid, exige, pour être complète, que l'on fasse bouillir un instant le mélange ; elle est achevée lorsque les vapeurs rutilantes apparaissent dans le ballon. On adapte alors un tube d'aspiration à l'appareil de Liebig, on brise l'extrémité du tube fermé qui traverse le bouchon du ballon, et, en aspirant, on remplace l'acide carbonique par de l'air. L'augmentation de poids que subit le tube à potasse pendant l'opération est précisément égale au poids de l'acide carbonique produit. En multipliant ce poids par 1,3636, on obtient celui de l'urée que contient l'urine. (M. Millon.)

Un autre procédé recommandé pour le dosage de l'urée est celui qui est basé sur l'action de l'hypochlorite de soude sur l'urée. L'oxydation qui se produit peut s'exprimer par l'équation

$$C^2H^4Az^2O^2 + 6NaO,ClO = 6NaCl + 2CO^2 + 2Az + 4HO.$$

La réaction s'établit à froid, mais une douce chaleur la rend plus énergique.

Comme on agit en présence d'un excès d'alcali, tout l'acide carbonique reste fixé, et l'on peut recueillir de l'azote pur que l'on mesure avec toutes les précautions employées en pareil cas ; il est clair que si un peu d'acide carbonique s'était dégagé en même temps, on l'enlèverait facilement à l'aide d'une solution de potasse caustique.

On voit, d'après l'équation, qu'à chaque équivalent d'azote trouvé correspond un équivalent d'urée.

Il n'y a pas d'inconvénient sensible à recueillir le gaz sur l'eau.

(M. Lecomte, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 237.)

Enfin, nous mentionnerons en dernier lieu la méthode de dosage de l'urée, que l'on doit à M. Liebig, et qui repose sur l'insolubilité de la combinaison que forme l'urée avec l'oxyde mercurique. Cette méthode se recommande par sa rapidité et par sa sensibilité.

On prépare une dissolution de nitrate mercurique, sans excès d'acide, qui puisse servir de liqueur normale et titrée. Pour cela, on fait dissoudre à chaud 100 grammes de mercure pur dans de l'acide nitrique pur; on évapore la solution au bain-marie, jusqu'à consistance sirupeuse, et l'on y ajoute ensuite assez d'eau pour faire 1400 centimètres cubes de liquide. 100 centimètres cubes de cette liqueur renferment exactement 7^{gr},14 de mercure métallique.

Lorsqu'on ajoute peu à peu cette solution mercurique à une solution étendue d'urée, en neutralisant de temps en temps l'acide libre du mélange par de l'eau de baryte ou du carbonate de soude étendu, on obtient un précipité blanc floconneux. En continuant ainsi à ajouter alternativement du sel de mercure et du carbonate de soude, tant que

le précipité se forme, il arrive un moment où le carbonate de soude qui se forme détermine, là où il tombe, une coloration jaune. Ceci arrive lorsque toute l'urée se trouve précipitée par l'oxyde mercurique. Le précipité blanc d'urée et d'oxyde mercurique a pour composition $C^2H^4Az^2O^2,4HgO$: à 4 équivalents de sel mercurique ajouté correspond donc 1 équivalent d'urée; en d'autres termes, chaque centimètre cube de solution mercurique correspond à $0^{gr},01071$ d'urée.

Avant d'employer la liqueur mercurique titrée, il convient d'en vérifier le titre, ce qui se fait à l'aide d'une solution normale d'urée renfermant 200 milligrammes d'urée par 10 centimètres cubes de liqueur.

(M. Liebig, *Ann. de chim. et phys.*, t. XXXIX, p. 101.)

Dosage de l'acide urique. — Pour obtenir l'acide urique, on prend le résidu du traitement de l'urée par l'alcool ; on y ajoute de l'acide chlorhydrique pur ; les sels se dissolvent, et l'acide urique reste en suspension ; on filtre. L'acide urique est retenu par le filtre, et peut être pesé après avoir été desséché. L'acide urique ainsi obtenu, vu au microscope, se présente sous les formes indiquées par les figures 9 et 10.

Fig. 9.

Fig. 10.

On peut encore doser l'acide urique en ajoutant de l'acide acétique ou de l'acide phosphorique dans l'urine, laissant reposer quelque temps le mélange et recueillant l'acide urique précipité : cet acide est pesé après dessiccation.

Ce mode de dosage est très-prompt, mais il donne en général un poids trop faible, à cause de l'insolubilité imparfaite de l'acide urique. Cependant, comme la perte ne dépasse pas en général 0,99 pour 1000 de l'urine employée, on peut avoir recours à cette méthode dans plusieurs cas.

Lorsque l'urine renferme de la bile, la perte en acide urique est plus forte; toutefois elle ne s'élève jamais au-dessus de 0,25 pour 1000 de l'urine employée.

Sels de l'urine. — On obtient les sels de l'urine par la calcination dans un creuset de platine, et on les dose ensuite chacun séparément par les méthodes ordinaires de l'analyse minérale.

Matières extractives. — Quant aux autres principes contenus dans l'urine et désignés sous le nom général de *matières extractives*, on n'a

généralement pas d'intérêt à en connaître le poids exact, et l'on se contente d'en rechercher l'existence. Leur poids total est donné par différence, puisqu'on connaît le poids des autres substances.

Cette recherche peut se faire, soit à l'aide de réactifs, soit à l'aide du microscope, ou encore en se servant de ces deux moyens réunis.

Les matières extractives contenues dans l'urine normale, les seules dont nous nous occuperons pour le moment, sont : la matière colorante ou *purpurine*, l'acide hippurique, l'acide lactique, la créatine et la créatinine.

La présence de la purpurine, ou matière colorante de l'urine, est visible par elle-même : on rend sa présence plus sensible en ajoutant de l'acide chlorhydrique à de l'urine portée à l'ébullition ; il se forme immédiatement une belle couleur rose ou pourpre.

La présence de l'acide hippurique peut être démontrée facilement en

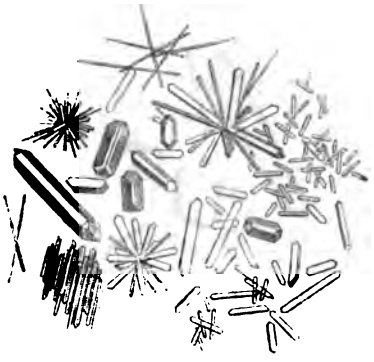

Fig. 11.

Fig. 12.

évaporant l'urine à un très-petit volume et l'acidulant avec un peu d'acide chlorhydrique ; il se dépose au fond du vase un mélange d'acide hippurique, d'acide urique et de purpurine. Après quelques heures de repos, on décante le liquide surnageant et on lave le dépôt avec un peu d'eau froide ; l'acide hippurique se dissout, et, par l'évaporation, est abandonné en belles aiguilles ou en petits faisceaux, ainsi que le montrent les figures 11 et 12.

La présence de l'acide lactique dans l'urine a été longtemps controversée, mais les recherches de Lehmann l'ont mise hors de doute. Pour déceler de petites quantités d'acide lactique, on peut avoir recours au moyen indiqué par M. Pelouze et fondé sur la propriété que possède cet acide d'empêcher la décomposition complète des sels de cuivre par les alcalis. A cet effet, on fait bouillir l'urine fraîche avec un lait de chaux, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'ammoniaque, puis on mélange le liquide filtré avec une solution de sulfate de cuivre : s'il existe de l'acide lactique, il se formera du lactate de cuivre ; en y ajou-

tant ensuite du lait de chaux, tout l'oxyde de cuivre ne sera pas précipité, et la liqueur filtrée sera colorée en vert, ce qui n'aurait pas lieu au contraire en l'absence d'acide lactique.

Quant à la recherche de la créatine et de la créatinine, elle peut se faire en évaporant à consistance sirupeuse 30 grammes d'urine, décantant après refroidissement et additionnant la liqueur sirupeuse claire, avec quelques gouttes de chlorure de zinc; il se forme alors de petits cristaux granuleux qui consistent en une combinaison de chlorure de zinc, de créatine et de créatinine, et qui apparaissent sous le microscope avec un aspect caractéristique qui est représenté par la figure 13.

Fig. 13.

Pour retirer la créatine et la créatinine de l'urine fraîche, M. Liebig a proposé la marche suivante :

On traite l'urine récente par l'eau de chaux et le chlorure de calcium,

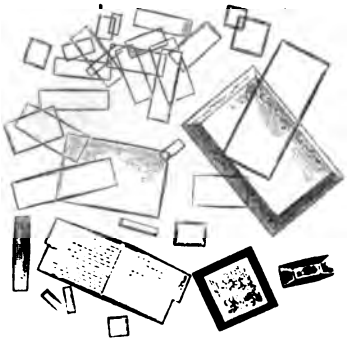

Fig. 14.

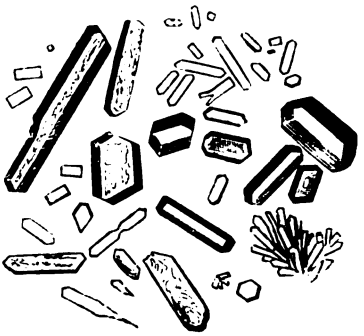

Fig. 15.

pour précipiter les phosphates; on filtre, on évapore à consistance sirupeuse; puis on décante, après refroidissement, la liqueur sirupeuse du dépôt salin qui s'est formé, on y ajoute du chlorure de zinc qui forme la combinaison dont nous venons de parler. On dissout ces cristaux dans l'eau bouillante et l'on y ajoute de l'hydrate plombique jusqu'à réaction alcaline, puis on sépare l'oxyde de zinc et le chlorure de plomb par filtration. On débarrasse la liqueur filtrée du plomb qu'elle renferme et de la matière colorante, en la traitant par l'hydrogène sulfuré et par le noir animal, puis on évapore à sec. Enfin on reprend le résidu, qui consiste en créatine et en créatinine, par de l'alcool bouillant qui enlève la créatinine et laisse la créatine. Ces deux substances, vues au microscope, présentent les formes indiquées dans les figures 14 (créatine) et 15 (créatinine).

Nous allons examiner successivement les variations que les principes existants dans l'urine peuvent subir, et les influences sous lesquelles ces variations se produisent.

La quantité d'eau contenue dans les urines est très-considérable. L'homme rend en moyenne 1228 grammes d'eau en vingt-quatre heures, et la femme 1337. (M. Becquerel.)

L'urée et l'acide urique proviennent des matières azotées de l'alimentation des animaux; ils se forment dans le sang et sont éliminés par les urines.

Une alimentation animale abondante augmente la quantité d'acide urique. Aussi fait-on disparaître l'acide urique dans les urines en donnant à l'homme ou aux animaux des aliments végétaux. Ainsi, dans la gravelle urique, on fait usage constamment d'aliments végétaux.

L'urée existe en très-grande proportion chez les animaux à jeun ou nourris avec de la viande. Chez les herbivores, elle est en très-faible proportion. Les herbivores contiennent un élément qui n'existe pas en général chez les carnivores: c'est l'acide hippurique.

Lorsqu'on enlève les reins, l'urée ne peut plus trouver issue par les voies urinaires; alors elle s'échappe de l'économie par d'autres sécrétions, et surtout par les sécrétions intestinales, sous forme de sels ammoniacaux, et ce n'est que dans les derniers temps de la vie des animaux, lorsque l'urée ne peut plus être évacuée, que ce principe s'accumule dans le sang et peut y être retrouvé.

Les carbonates existent dans les urines alcalines.

Dans les urines des animaux à jeun ou des carnivores, il n'existe pas de carbonates. En général, on fait disparaître les carbonates par des aliments azotés.

Les phosphates se rencontrent dans les urines acides des animaux carnivores; ils y existent à l'état de phosphate acide, et disparaissent de l'urine sous l'influence du régime végétal.

L'urine contient de la créatine et de la créatinine. (M. Liebig.)

M. Wöhler a signalé la présence de l'allantoïne dans l'urine des jeunes veaux.

SÉDIMENTS DE L'URINE.

L'urine normale forme souvent des dépôts au bout d'un temps plus ou moins long; ces dépôts sont, dans ce cas, toujours composés d'urates. D'après Prout, ils sont constitués par de l'urate d'ammoniaque, et, suivant M. Heintz, d'urate de soude; néanmoins ce dernier chimiste y a toujours rencontré de l'ammoniaque, ainsi que de la potasse, de la chaux et de la magnésie; la quantité de cendres qu'ils laissent par la calcination s'élève de 3 à 8 pour 100 de leur poids. D'après M. Scherer, ces dépôts renferment 80,02 à 82,89 pour 100 d'acide urique.

M. Bence Jones (*Journal of the Chemical Society*, t. XV, p. 201) y a

trouvé quelquefois des cristaux microscopiques d'acide urique libre, toujours des urates alcalins et de l'ammoniaque, et très-souvent de l'oxalate de chaux. La composition de ces dépôts est la suivante :

	I.	II.	III.
Acide urique	94,36	91,06	92,11
Potassium	3,15	3,78	3,06
Sodium	1,11	1,87	1,20
Ammonium	1,36	3,36	1,61
	99,98	100,07	99,98

Ces dépôts, lorsqu'ils ne contiennent pas dans l'origine d'acide urique libre, sont tout à fait amorphes; mais, lorsqu'on les lave à l'eau froide, il y a de l'acide mis en liberté, ce qu'on peut constater à l'aide du microscope. L'analyse de ces dépôts fait voir qu'ils contiennent plus d'acide urique qu'il n'en faut pour former des urates acides, et que cet excès d'acide est retenu avec assez peu d'énergie pour s'en séparer par des lavages à l'eau froide.

Les différences de composition trouvées par les différents auteurs pour les dépôts normaux de l'urine tiennent à ce que c'est tantôt de l'urate d'ammoniaque, tantôt un urate alcalin qui domine.

Indépendamment de ces dépôts qui se forment dans l'urine normale, il s'en produit d'autres, de natures très-diverses, dans les urines pathologiques, et leur examen peut fournir, pour le diagnostic médical, des indications précieuses; nous ferons donc connaître, par les tableaux suivants, empruntés à l'excellent traité de Golding Bird sur les urines et les dépôts urinaires, la manière dont il faut procéder pour en reconnaître la nature.

A. — *Tableau pour déterminer la nature des sédiments urinaires par les réactifs chimiques.*

Si le dépôt est blanc et soluble par la chaleur, il consiste en...	*Urates* (1).
— blanc et insoluble par la chaleur, mais soluble dans l'ammoniaque	*Cystine.*
— blanc et insoluble par la chaleur et dans l'ammoniaque, mais soluble dans l'acide acétique	*Phosphates terreux.*
— blanc et insoluble par la chaleur, ainsi que dans l'ammoniaque et dans l'acide acétique	*Oxalate et oxalurate de chaux.*
— coloré et visiblement cristallin (2)	*Acide urique.*
— coloré et amorphe, mais pâle et facilement soluble à chaud	*Urates.*
— fortement coloré, amorphe et lentement soluble à chaud	*Urates colorés par la purpurine.*

(1) Les bases de l'acide urique sont ordinairement multiples; elles consistent généralement en soude, potasse, magnésie, chaux et ammoniaque.

(2) Certains corpuscules salins, aplatis et striés, probablement de la prostate, se rencontrent quelquefois; ils ne présentent pas une structure véritablement cristalline, quoique au premier abord on puisse la supposer telle.

B. — *Tableau pour l'examen microscopique des dépôts urinaires.*

Si le dépôt est amorphe et disparaissant par l'addition d'une solution de potasse, il consiste en.....	*Urates.*
— amorphe et permanent après l'addition de la liqueur de potasse.....	*Phosphate de chaux.*
— visiblement cristallin et les cristaux octaédriques (1).....	*Oxalate de chaux.*
— visiblement cristallin et les cristaux en tables solubles dans l'ammoniaque.....	*Cystine* (2).
— visiblement cristallin et les cristaux prismatiques ou simplement penniformes, insolubles dans l'ammoniaque, mais solubles dans l'acide acétique.....	*Phosphate ammoniaco-magnésien neutre.*
— visiblement cristallin et les cristaux radiés ou foliacés, insolubles dans l'ammoniaque, mais solubles dans l'acide acétique avec effervescence	*Carbonate de chaux.*
— visiblement cristallin et les cristaux radiés ou foliacés, insolubles dans l'ammoniaque, mais solubles dans l'acide acétique sans effervescence.	*Phosphate ammoniaco-magnésien bibasique.*
— visiblement cristallin et les cristaux en forme d'*haltères* (3), non solubles dans l'ammoniaque, mais solubles dans l'acide acétique avec effervescence.....	*Carbonate de chaux.*
— visiblement cristallin et les cristaux en forme d'haltères, solubles par la chaleur, mais insolubles dans l'ammoniaque et dans l'acide acétique.....	*Urate de soude.*
— visiblement cristallin et les cristaux en forme d'haltères, insolubles par la chaleur, ainsi que dans l'ammoniaque et dans l'acide acétique...	*Oxalurate de chaux.*
— visiblement cristallin et les cristaux en haltères, avec les bords frangés, insolubles dans l'alcool, l'acide acétique, mais solubles dans la liqueur de potasse.....	*Acide urique.*
— visiblement cristallin et les cristaux en forme de losanges, seuls ou agglomérés, insolubles dans l'acide acétique et l'ammoniaque.....	*Acide urique.*
— visiblement cristallin et les cristaux sphériques, avec ou sans épines, solubles par la chaleur..	*Urate de soude.*

(1) L'acide arsénieux, le chlorure de sodium et le protoxyde d'antimoine affectent la forme octaédrique, mais se présentent trop rarement pour nécessiter d'autres détails.

(2) La forme de la cystine est représentée dans la figure 16, page 600.

(3) *Haltères*, masse pesante dont on se sert dans les gymnases : ce sont deux boules reliées ensemble par une tige cylindrique, comme les boulets ramés. — On a comparé aussi cette forme à un sablier

Indépendamment de ces dépôts, reconnaissables par leur forme cristalline ou par leurs réactions chimiques, le dépôt peut être *organisé*, et consister en mucus, pus, cellules épithéliales des voies génito-urinaires, sperme, éléments du sang, débris de tubes urinifères, cellules pathologiques diverses, détritus de tissus désagrégés. Ces dépôts d'origine organisée ne peuvent être reconnus que par l'emploi du microscope. Nous allons passer ces différents dépôts en revue, et indiquer les caractères qui peuvent servir à les reconnaître.

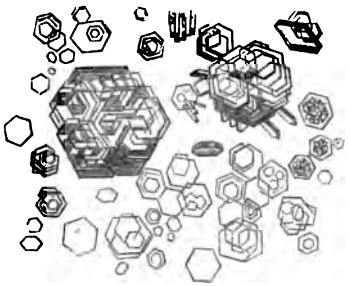

Fig. 16 (cystine).

Éléments du sang. — Tous les éléments du sang, ou seulement une partie, peuvent se rencontrer dans l'urine; leur présence peut résulter d'une violence mécanique supportée par le rein, d'une affection organique, d'une lésion de la vessie ou de la muqueuse des reins.

Lorsque le sang transsude en quantité un peu considérable dans l'urine, il se coagule en formant une gelée rose; quelquefois il se coagule déjà en partie dans la vessie. Après cette coagulation, l'urine conserve une teinte rose, et l'on y découvre, à l'aide du microscope, des corpuscules sanguins (*fig.* 17, 18).

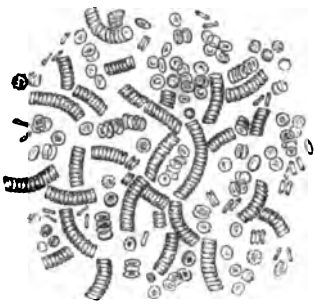

Fig. 17.

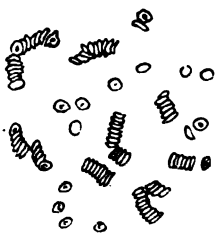

Fig. 18.

Ce caractère est le meilleur pour retrouver le sang dans l'urine. Si l'urine est rouge, on en porte une goutte, après agitation préalable, sur le porte-objet du microscope; si l'urine est peu colorée, on la laissera reposer quelques heures, puis on examinera une goutte puisée au fond du vase.

La fibrine se rencontre déposée parfois sous forme de concrétions linéaires tubuleuses. La matière colorante rouge ou hématosine, et l'albumine du sérum, présentent rarement des caractères tranchés.

Albumine. — L'albumine se rencontre quelquefois dans les dépôts, quoique en général une urine albumineuse ne se coagule pas d'elle-même. Dans bien des cas d'albuminurie, il se forme des sédiments particuliers, consistant en épithélium altéré provenant de différents organes. L'albumine coagulée elle-même, lorsqu'elle se rencontre dans l'urine, offre une apparence vermiforme ou tubulaire. Elle se dépose sous forme d'un sédiment blanc sale, facilement miscible par l'agitation, assez semblable au mucus, et offrant sous le microscope les caractères de la figure 19.

Fig. 19.

Mucus. — Si le dépôt est muqueux, coagulable par l'acide acétique, et formé d'une substance glaireuse contenant des cellules, les unes petites et globuleuses, les autres larges et aplaties, avec nucléus ovalaires, c'est du *mucus*.

Pus.—Si le dépôt consiste en globules sphériques, non visqueux, d'environ $0^{mm},010$ de diamètre, mélangés de molécules et de granules, et contenant un double ou un triple nucléus, visibles par l'addition d'acide acétique, c'est du *pus* (*fig.* 20).

Fig. 20.

Les cellules épithéliales, le sperme, le sang, les débris de tubes urinifères, les cellules pathologiques, les débris de tissus désagrégés et les corps confervoïdes peuvent être décelés par leur apparence microscopique particulière.

La présence de l'indigo et des autres principes colorants sont suffisamment évidents.

Le tableau suivant démontre que l'urine humaine peut donner des dépôts dont la composition est souvent très-variable :

Tableau indiquant la nature des dépôts dans différentes circonstances.

ÉTAT DE L'URINE.	PESANTEUR spécifique de l'urine.	NATURE ET POIDS DU DÉPÔT.	Pour 1000 grammes d'urine.
			Gram.
Très-acide	1,0073	Biurate d'ammoniaque.....	0,150
Très-acide.....	1,0073	Calcul xanthique ..... 0,200 Mucus..... ..... 0,200 Acide urique..... traces	0,400
Neutre.....	1,0110	Carbonates de magnésie et de chaux. 0,140 Phosphates de magnésie et de chaux. 0,617	0,757
Acidité très-faible.	1,0280	Acide urique..... 1,440 Carbonate de chaux..... 0,160	1,600
Très-acide.....	1,0238	Albumine..... 0,030 Acide rosacique..... 0,005 Phosphate et carbonate de chaux... 0,007	0,042
Alcaline	»	Matière animale..... traces Carbonate de chaux..... traces Phosphate de chaux..... 0,290	0,290
Alcaline	1,0310		
Très-acide.....	1,0260		
Très-acide.....	1,0220	Acide urique. Albumine. Phosphate de chaux.	
Acide	1,0270	Acide urique.	

URINE A L'ÉTAT PATHOLOGIQUE.

Les maladies peuvent apporter dans l'urine des changements qui se rapportent, soit à son état physique, soit à son état chimique.

Sous le rapport physique, l'urine peut varier de densité, de couleur, de consistance et de transparence.

La densité minimum de l'urine est 1,001 dans la polydipsie; la densité maximum est 1,040 dans le diabète sucré (M. Rayer). L'urine peut prendre une couleur très-foncée et rougeâtre dans quelques maladies : dans le rhumatisme aigu, par exemple; dans d'autres cas, elle peut être entièrement décolorée, comme dans les affections nerveuses et la migraine en particulier. Dans l'hématurie et dans plusieurs autres maladies, la présence du sang ou de la matière colorante, avec une certaine quantité d'albumine, rend l'urine rouge ou rougeâtre. La quantité d'urine évacuée augmente dans la polydipsie et le diabète; elle diminue dans la fièvre et les maladies du foie. L'état morbide peut avoir de l'influence sur la quantité d'eau évacuée par les urines : pour déterminer cette quantité d'eau, il faut évaporer un poids donné de cette urine, l'aréomètre pouvant donner à cet égard des indications trompeuses; car

la pesanteur de l'urine n'est pas toujours en rapport avec la quantité de sels qu'elle contient, et peut être augmentée par certains principes accidentels, tels que le sucre, l'albumine, etc. La proportion d'eau augmente dans la polydipsie et dans le diabète; sous certaines influences morbides, la proportion d'eau peut diminuer, soit par l'augmentation des autres principes constituants de l'urine, soit par la présence de principes accidentels; la quantité d'eau évacuée diminue dans la fièvre.

Les principes solides de l'urine croissent dans une proportion très-grande dans le diabète; l'urée diminue dans certaines affections nerveuses : l'acide urique augmente dans la goutte et disparaît souvent dans le diabète sucré.

Un adulte évacue normalement dans l'espace de vingt-quatre heures :

0gr,5 à 0gr,9 d'acide urique;
10,5 de chlorure de sodium;
2,1 d'acide sulfurique (à l'état de sulfate);
3,2 à 5,2 d'acide phosphorique (à l'état de phosphate de chaux et de magnésie);
0,15 de matières extractives.

L'évacuation du phosphate de chaux diminue pendant la grossesse : elle devient tellement faible vers le huitième mois, que les réactifs n'indiquent plus dans l'urine la présence de la chaux.

Outre les matières que nous avons citées, l'urine peut contenir normalement diverses substances, telles que les principes constituants du sang, du chyle et de la bile, la caséine, le glucose, le carbonate d'ammoniaque, l'oxalate de chaux, la cystine, etc.

Le glucose se rencontre dans l'urine diabétique.

L'emploi du microscope est avantageux dans quelques cas pour déterminer la composition de l'urine. Ainsi, que l'on place, par exemple, sur le porte-objet une goutte d'urine de femme enceinte, cette urine laissera un résidu d'un aspect particulier, dû à la faible proportion de sulfate et de phosphate de chaux qui s'y trouve.

Nous avons traité en détail, en parlant des dépôts urinaires, de la recherche des différents principes, cristallisés ou organisés, qui constituent ces dépôts.

L'urine des phthisiques et des individus atteints du diabète donne un résidu collant et visqueux; dans la fièvre typhoïde, les rhumatismes aigus et les pneumonies, le résidu prend un aspect nacré.

Pendant la chlorose, une certaine quantité de fer passe dans les urines. La présence de ce métal peut être facilement décelée au moyen du cyanoferrure de potassium.

Albumine. — On reconnaît facilement la présence de l'albumine dans la sécrétion urinaire à l'aide de l'acide azotique. Il suffit de verser cet acide dans l'urine éclaircie par le repos; l'albumine qui s'y trouve est immédiatement coagulée.

L'urine très-riche en albumine la laisse coaguler par l'action de la chaleur. On détermine la coagulation de cette substance en chauffant une petite quantité d'urine jusqu'à l'ébullition, après l'avoir additionnée de quelques gouttes d'acide acétique.

L'addition d'une goutte d'acide azotique à une urine albumineuse produit une abondante coagulation ; mais s'il en existe seulement des traces, l'opacité d'abord produite disparaîtra par l'agitation, pour reparaître par l'addition d'une seconde goutte d'acide. Cette réaction est beaucoup plus sensible si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique à l'acide nitrique.

Un autre réactif très-délicat est le ferrocyanure de potassium acidulé d'acide acétique.

L'albumine, comme nous l'avons vu en parlant des dépôts urinaires, se rencontre quelquefois à l'état coagulé.

Sa présence est ordinairement accompagnée d'un sédiment particulier composé de débris d'épithélium, de cellules rénales, etc.

Pus. — On rencontre souvent le pus dans l'urine, comme résultat de la suppuration du rein, de la membrane génito-urinaire ou d'un abcès siégeant dans un organe voisin. Nous avons déjà indiqué le caractère des dépôts renfermant du pus.

L'urine renfermant du pus est généralement acide ou neutre, à moins qu'elle ne soit conservée depuis longtemps. Par le repos, le pus se précipite au fond des vases, formant une couche dense, homogène, d'une apparence crémeuse et de couleur verdâtre pâle, et se mélangeant facilement, par l'agitation, avec le reste du liquide. Si une certaine portion du pus déposé est agitée avec de la potasse, elle forme une masse gélatineuse, dense et translucide, quelquefois presque solide.

Mucus. — Le mucus se trouve dans l'urine normale, mais en très-petite quantité. Cette quantité peut varier sous l'influence de différents degrés d'irritation ou d'inflammation, et sa présence peut se manifester par l'aspect d'un simple nuage floconneux, ou par la consistance visqueuse qu'elle communique à l'urine. Une pareille urine est généralement alcaline et se putréfie rapidement; si elle est acide, le dépôt qu'elle forme est toujours alcalin. Un semblable dépôt se distingue facilement du pus et de l'albumine.

Bile. — La bile se reconnaît facilement à la couleur jaune verdâtre que prend l'éther bouillant par l'agitation avec l'urine.

La présence de la bile peut aussi être constatée en additionnant l'urine d'acétate de baryte, reprenant par l'alcool le précipité qui se forme, et le décomposant ensuite par l'acide chlorhydrique. La liqueur, soumise à l'évaporation, laisse un résidu dont l'eau sépare à l'état insoluble la matière colorante de la bile.

Sucre. — Il est souvent nécessaire, dans le diabète, de doser la quantité de sucre que contient l'urine du malade, afin de se rendre compte de la marche de la maladie. Dans ce cas, on a recours aux procédés optiques que nous avons déjà indiqués.

On peut aussi additionner l'urine d'une petite quantité de levûre de bière, et déterminer alors, d'après la proportion d'acide carbonique qui se dégage pendant la fermentation, la quantité de glucose existant dans l'urine.

Les quantités trop faibles pour être décelées par ce dernier procédé peuvent être découvertes par la méthode suivante. On évapore au bain-marie quelques gouttes d'urine, et, après avoir arrosé le résidu avec de l'acide sulfurique étendu de six fois son volume d'eau, on chauffe doucement : la masse ne tarde pas à noircir.

Le réactif de Trommer (tartrate double de potasse et de cuivre) peut servir également à constater la présence du sucre dans l'urine.

L'urine de diabétique se reconnaît encore à la coloration brune qui se manifeste lorsque, après avoir placé une goutte de cette urine sur un morceau de mérinos blanc trempé plusieurs jours avant l'essai dans une dissolution concentrée de bichlorure d'étain, on chauffe l'étoffe au-dessus de quelques charbons (M. Maumenée).

Nous donnons, dans les tableaux qui suivent, la composition de quelques urines pathologiques.

Analyses d'urines diabétiques, par MM. Simon et Bouchardat.

	Simon.		Bouchardat.
	I.	II.	I.
Densité	1,018	1,016	»
Eau	957,00	960,00	837,58
Matériaux solides	43,00	40,00	162,42
Urée	traces	7,99	8,27
Acide urique	traces	traces	»
Sucre	39,80	25,00	134,42
Extrait alcoolique / Extrait aqueux / Sels	2,10	6,50	5,27
Phosphates et mucus	0,52	0,80	0,24
Albumine	traces	traces	»
Oxyde de fer	»	»	0,14

Urine diabétique, par M. Reich.

Sucre	43,300
Acide urique	1,310
Urée	9,700
Mucus	0,280
Matières extractives colorantes solubles dans l'alcool	16,220
Matières extractives solubles dans l'eau	4,363
Chlorure de sodium	0,820
Chlorure de potassium	0,266
Phosphate de soude	1,745
Phosphate de chaux	0,330
Sulfate de potasse	0,251
Phosphate de magnésie	0,023
Silice	0,032
Eau	921,360
	1000,000

Urine visqueuse, par MM. Cap et Henry.

1° Urine filtrée :

Eau	98,12
Urée	0,40
Albumine	0,17
Mucus	0,50
Chlorure de sodium Chlorure de potassium Chlorhydrate d'ammoniaque Urate d'ammoniaque Phosphate de soude Phosphate d'ammoniaque Phosphate de chaux Phosphate ammoniaco-magnésien Sulfate de soude Lactate d'ammoniaque	0,81
	100,00

2° Sédiment :

Phosphate de chaux Phosphate ammoniaco-magnésien Urate de chaux mêlé d'urate d'ammoniaque acide	1,00

Urine d'un malade atteint d'un ramollissement des os, par M. Bence Jones.

Eau	890,72
Substance organique	66,97
Urée et extrait alcoolique	29,90
Acide urique	0,96
Phosphate terreux	1,20
Chlorure de sodium	3,83
Sulfate de potasse	2,10
Phosphates alcalins	4,45
	1000,13

COMPOSITION DE L'URINE CHEZ LES ANIMAUX.

L'urine, étudiée dans tous les animaux, présente des différences notables. Chez les mammifères carnivores, elle se rapproche beaucoup de celle de l'homme, et contient :

Eau		846,1
Urée, extrait alcoolique et acide lactique	132,20	153,9
Acide urique	0,22	
Mucus	5,1	
Sulfate de potasse	1,2	
Sel ammoniac avec un peu de chlorure de sodium	1,16	
Phosphates terreux	1,76	
Phosphate de potasse et de soude	8,02	
Phosphate d'ammoniaque	1,02	
Lactate de potasse	3,30	
		1000,00

Chez les mammifères herbivores, l'urine contient de l'urée; mais au lieu d'acide urique, on y trouve de l'acide hippurique; aussi ces urines peuvent-elles être une source abondante d'acide benzoïque, par suite de la transformation de l'acide hippurique.

L'urine normale de cheval contient :

Eau	885,09	912,24
Matière extractive soluble dans l'eau	21,32	19,25
Matière extractive soluble dans l'alcool	25,50	18,26
Sels solubles dans l'eau	28,40	40,00
Sels insolubles dans l'eau	17,80	
Urée	12,44	8,46
Acide hippurique	12,60	1,23
Mucus	0,05	0,06
	1000,00	1000,00

(M. de Bibra.)

L'urine de cheval diabétique renferme (1) :

	M. John.	M. Lassaigne.
Eau	948,50	980,00
Extraits aqueux et alcoolique	33,30	15,00
Urée	33,30	
Mucus avec un peu de carbonate de chaux	0,80	
Acide hippurique	1,40	
Chlorure de potassium	traces	
Urates de chaux et de potasse	0,14	
Phosphate de chaux	0,70	
Carbonates de chaux et de magnésie	3,92	
Oxydes de fer et de manganèse	traces	
Sulfates, phosphates et chlorures alcalins	11,40	
Sulfate de potasse	»	5,00
	1000,00	1000,00

(1) Dans cette analyse, le sucre n'a pas été dosé.

L'urine de bœuf a été analysée par MM. Sprengel et de Bibra.

Analyse de M. Sprengel.

Eau	928,20
Urée	40,00
Albumine	0,10
Mucus	1,90
Acide benzoïque	0,90
Acide lactique	5,16
Acide carbonique	2,50
Potasse	2,64
Soude	5,54
Silice	0,36
Alumine	0,04
Oxyde de manganèse	0,01
Chaux	0,65
Magnésie	0,36
Chlore à l'état de chlorure	2,72
Acide sulfurique	4,05
Phosphore à l'état de phosphate	0,70
	995,83

Analyse de M. de Bibra.

	I.	II.
Eau	912,01	925,10
Matières extractives solubles dans l'eau	22,48	16,43
Matières insolubles dans l'alcool	14,21	10,20
Sels solubles dans l'eau	24,42	25,77
Sels insolubles	1,50	2,22
Urée	19,76	10,22
Acide hippurique	3,55	12,00
Mucus	0,07	0,06
	1000,00	1000,00

Urine d'un porc nourri avec des pommes de terre.

Urée.
Bicarbonate de potasse.
Carbonate de magnésie.
Carbonate de chaux.
Sulfate de potasse.
Phosphate de potasse.
Chlorure de sodium.
Lactate alcalin.
Acide hippurique.
Silice.
Eau et matières organiques indéterminées.

Urine d'une vache nourrie avec du regain et des pommes de terre.

Urée.
Hippurate de potasse.
Lactate de potasse.
Bicarbonate de potasse.
Carbonate de magnésie.
Carbonate de chaux.
Sulfate de potasse.
Chlorure de sodium.
Silice.
Acide phosphorique.
Eau et matières indéterminées.

Urine d'un cheval nourri avec du trèfle vert et de l'avoine.

Urée.	Carbonate de magnésie.
Hippurate de potasse.	Sulfate de potasse.
Lactate de potasse.	Chlorure de sodium.
Lactate de soude.	Silice.
Bicarbonate de potasse.	Phosphates.
Carbonate de chaux.	Eau et matières indéterminées.

Analyse de l'urine de vache (Boussingault).

Urée	18,48
Hippurate de potasse	16,51
Lactate de potasse	17,16
Bicarbonate de potasse	16,12
Carbonate de magnésie	4,74
Carbonate de chaux	0,55
Sulfate de potasse	3,60
Chlorure de sodium	1,52
Silice	traces
Acide phosphorique	»
Eau et matières indéterminées	921,32
	1000,00

Urine de veau, par Braconnot.

Phosphate ammoniaco-magnésien	0,18
Chlorure de potassium	3,22
Sulfate de potasse	0,44
Matière animale Urée	2,36
Phosphate de fer Phosphate de chaux Phosphate de potasse Acide organique uni à la potasse Silice Acide phosphorique	traces
Eau	993,80
	100,00

Analyse de l'urine de tortue (John).

Matières animales solubles dans l'alcool, mêlées avec du phosphate d'ammoniaque et des chlorures	0,63
Urate d'ammoniaque avec une matière animale soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool	0,37
Matière animale insoluble dans l'eau et l'alcool, mêlée probablement avec du phosphate de chaux	1,50
Eau	97,50
	100,00

Urée	31,00
Hippurate de potasse	4,74
Lactate de potasse	11,28
Lactate de soude	8,81
Bicarbonate de potasse	15,50
Carbonate de chaux	10,82
Carbonate de magnésie	4,16
Sulfate de potasse	1,18
Chlorure de sodium	0,74
Silice	0,01
Phosphates	»
Eau et matières indéterminées	910,76
	1000,00

Urine de mouton (Braconnot).

Un litre renferme en matières solides :

Chlorure de potassium	6,13
Sulfate de potasse	3,74
Carbonate de magnésie	1,40
Urée, matière animale Hippurate et bicarbonate Hippurate de potasse Carbonate de chaux, mucus et oxyde de fer	quantités indéterminées.

Urine de porc (Boussingault).

Urée	0,490
Bicarbonate de potasse	1,074
Carbonate de magnésie	0,037
Carbonate de chaux	traces
Sulfate de potasse	0,198
Phosphate de potasse	0,102
Chlorure de sodium	0,128
Lactate alcalin	indéterminé
Acide hippurique	»
Silice	0,007
Eau et matières organiques indéterminées	97,914
	100,000

Urine d'un renard nourri exclusivement à la viande.

L'urine normale du renard est trouble parce qu'elle tient en suspension de la matière grasse. Sa densité est égale à 1,063. Elle renferme de l'albumine, une très-grande proportion d'urée et de petites quantités de sucre. (M. DE WINTSCHGAU.)

CALCULS URINAIRES.

L'urine laisse quelquefois déposer dans la vessie des substances solides cristallines qui portent le nom de *calculs urinaires*. Ils se composent ordinairement d'acide urique, d'urate d'ammoniaque, de phosphate de chaux, de phosphate ammoniaco-magnésien et d'oxalate de chaux.

Les calculs de cystine et d'oxyde xanthique sont rares.

Quelquefois ces principes, au lieu de se réunir en concrétions dans la vessie, ne peuvent pas s'agglomérer, et ils sont alors éliminés par les urines, à l'état pulvérulent ou granuleux, et ils constituent alors ce que l'on a nommé des *gravelles*.

Il est souvent important pour le médecin de déterminer la nature chimique de ces calculs, et pour cela l'examen des dépôts urinaires est d'un grand secours (voyez page 598).

Calculs uriques. — Les calculs d'acide urique offrent l'aspect de petits rognons d'un rouge brun ou d'un jaune brunâtre, dont la surface est parsemée d'aspérités arrondies. Leur cassure est terreuse ou partiellement cristalline. On les reconnaît à leur solubilité dans l'acide azotique, et à la coloration rose qui se produit en évaporant cette dissolution en présence des vapeurs ammoniacales, par suite de la formation de murexide. Ces calculs sont aussi caractérisés par leur solubilité dans la potasse.

Les *calculs d'urate d'ammoniaque* sont petits, blancs ou d'un gris argileux; leur surface est tantôt lisse, tantôt mamelonnée; leur cassure est terreuse; ils sont formés de couches concentriques. Ces calculs présentent tous les caractères de l'acide urique, et se dissolvent entièrement dans la potasse en dégageant de l'ammoniaque.

Calculs phosphatiques. — Les *calculs de phosphate ammoniaco-magnésien* sont blancs et couverts de petits cristaux brillants. Ils se pulvérisent très-facilement. Parfois aussi, mais ce cas est rare, ces calculs sont durs, demi-transparents et cristallins seulement dans leur cassure. Sous l'une ou sous l'autre de ces formes, les calculs de phosphate ammoniaco-magnésien se dissolvent dans les acides. On peut précipiter l'acide phosphorique de cette dissolution au moyen du perchlorure de fer et de l'ammoniaque; il reste alors un sel de magnésie qui ne précipite pas par le carbonate d'ammoniaque en présence du sel ammoniac, et qui donne, avec le phosphate de soude ammoniacal, un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Les *calculs de phosphate de chaux* sont unis et d'un brun clair. Ils se composent de lamelles régulières placées les unes sur les autres. Leur cassure est striée et offre quelquefois une apparence de cristallisation. se dissolvent sans effervescence dans les acides; cette dissolution traitée par du perchlorure de fer et de l'ammoniaque, donne naissance

à un dépôt de phosphate de fer, et il reste dans la liqueur de la chaux, dont on peut reconnaître la présence au moyen de l'oxalate d'ammoniaque.

Le phosphate de chaux est ordinairement mêlé au phosphate ammoniaco-magnésien. Les calculs résultant de ce mélange sont crétacés et terreux. Leur intérieur renferme parfois des cavités remplies de cristaux du dernier de ces phosphates. Ils noircissent par l'action de la chaleur, dégagent de l'ammoniaque, et entrent ensuite en fusion. L'acide chlorhydrique les dissout facilement; la liqueur, neutralisée autant que possible, puis additionnée d'oxalate d'ammoniaque, laisse déposer de l'oxalate de chaux. L'ammoniaque y détermine ensuite un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Calculs muraux. — Les *calculs d'oxalate de chaux* présentent une surface inégale, remplie de mamelons arrondis, et qui rappelle celle des mûres, ce qui leur a fait donner le nom de *calculs mûraux*. Leur teinte est brune ou d'un vert noirâtre, et est due probablement à la présence de la matière colorante du sang. Ils laissent un résidu de carbonate de chaux à la calcination et dégagent de l'oxyde de carbone bien reconnaissable à sa flamme bleue, lorsqu'on les traite à chaud par l'acide sulfurique concentré. Ils sont, de plus, solubles dans l'acide azotique, et offrent alors tous les caractères des sels de chaux.

Ces calculs sont assez fréquents, et se rencontrent généralement dans le jeune âge.

Calculs cystiques. — Les calculs de cystine sont cristallisés, d'un jaune pâle; ils répandent une odeur alliacée quand on les jette sur des charbons ardents. Ils contiennent du soufre, dont on reconnaît la présence en les traitant par l'eau régale : il se produit de l'acide sulfurique. Ces calculs sont solubles dans les acides faibles.

Calculs xanthiques. — Les calculs de xanthine sont tantôt lisses et luisants, tantôt mats et terreux; leur cassure est brunâtre; on y distingue des couches concentriques bien nettes.

Ces calculs diffèrent de ceux d'acide urique par leur insolubilité dans le carbonate de potasse et par la coloration jaune invariable que présente le résidu qu'on obtient en évaporant leur solution azotique, même en présence de vapeurs ammoniacales.

Calculs fibrineux. — Le docteur Marcet a observé un calcul remarquable par sa composition. Il était formé d'une substance présentant tous les caractères de la fibrine : insolubilité dans l'eau et dans l'alcool; solubilité dans les alcalis et dans l'acide acétique, précipitation de cette dernière dissolution par le ferro-cyanure de potassium. La consistance de ce calcul était celle de la cire.

Calculs siliceux. — Fourcroy et Vauquelin ont trouvé de la silice dans deux calculs, dont l'un était formé de 66 pour 100 de silice et 34 pour 100 de matière animale.

M. Boussingault a aussi observé un calcul minéral, ne contenant pas trace de matière animale; nous donnons sa composition plus loin.

Quant au traitement qu'il faut faire subir aux malades, il est bien évident qu'il devra dépendre de la nature du calcul ou de la gravelle, et que tel agent qui conviendra dans un cas ne conviendra pas dans un autre : ainsi les calculs uriques nécessitent une médicamentation alcaline, tandis que les calculs phosphatiques ou oxaliques exigeront l'emploi de dissolutions acides. L'examen des urines et des dépôts urinaires dont nous avons parlé sera donc indispensable avant l'application d'un traitement quelconque. L'alcalinité de l'urine fraîche sera un indice que le calcul est de nature phosphatique; si les urines sont au contraire acides, on sera porté à admettre la présence de calculs uriques.

Voici maintenant, pour compléter l'histoire des calculs urinaires, la composition d'un certain nombre d'entre eux :

Analyse d'un calcul urinaire par M. Wurtzer.

Phosphate de chaux	17,35
Acide azotique	75,33
Matière animale	6,32
Silice	1,00
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire par M. Alemanie.

Magnésie	51,00
Silice	20,00
Phosphate de fer	21,84
Carbonate de magnésie	4,00
Perte	3,16
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire par M. Laugier.

Acide urique	10
Urate d'ammoniaque	40
Phosphate d'ammoniaque	5
Oxalate de chaux	15
Matière animale	20
Humidité et perte	10
	100

Analyse de calculs urinaires humains par M. Bley.

	Calcul de jeune femme.	Homme.
Albumine	0,500	0,0625
Graisse	0,250	0,0625
Carbonate de chaux	1,250	traces
Oxalate de chaux	0,750	»
Carbonate de soude	1,037	0,7500
Azotate de soude	0,125	»
Oxyde de fer et traces d'oxyde de manganèse	0,750	»
Mucosités de la vessie et perte	0,338	»
Phosphate ammoniaco-magnésien	»	0,2500
	5,000	

Analyse d'un calcul cystique.

Cystine	97,5
Phosphate et oxalate de chaux	2,5
	100,0

(M. Lassaigne.)

Analyse d'un calcul urinaire par Lindbergson.

Urate de soude	9,77
Phosphate de chaux	34,74
Phosphate ammoniaco-magnésien	38,35
Carbonate de chaux	3,14
Carbonate de magnésie	2,55
Albumine	6,87
Eau et perte	4,58
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire ferrugineux humain par M. Boussingault.

Oxyde de fer	38,81
Alumine	23,00
Silice	17,25
Chaux	8,02
Eau	10,89
Perte	2,03
	100,00

Analyse d'un calcul rénal par M. de Konlaek.

Phosphate ammoniaco-magnésien	83,673
Phosphate de soude	7,310
Chlorure de sodium	3,162
Chlorhydrate d'ammoniaque	2,644
Silice	0,356
Matière albumineuse	1,120
Matière animale soluble dans l'eau	0,636
Perte	1,099
	100,000

Analyse d'un calcul urinaire de cheval par Landerer, et d'une concrétion urique de bœuf.

Substance huileuse soluble dans l'éther	2,0	»
Substance brune soluble dans l'alcool	10,0	»
Corps extractif soluble dans l'eau, chlorhydrates, sulfates, et mucosités de la vessie	11,0	»
Phosphate de chaux	32,0	14,3
Phosphate de magnésie	16,0	»
Carbonate de chaux	18,0	50,3
Carbonate de magnésie	9,0	»
Silice et perte	2,0	»
Magnésie	»	8,4
Acide carbonique	»	4,5
Substances organiques	»	17,0
Eau	»	5,0
	100,0	100,0
	(Landerer.)	(Heerlein.)

Analyse d'un calcul urinaire vésical de tortue par M. Lassaigne.

Acide urique	72,4
Ammoniaque	13,0
Chaux	1,0
Corps solubles dans l'eau	13,6
	100,0

Analyse de calculs urinaires provenant de divers animaux par Brandes.

	Chevaux.			Mouton	Chien.		Cochon	Lapin.
	I.	II.	III.		I.	II.		
Phosphate de chaux.....	76	45	60	72	64	80	10	39
Carbonate de chaux.....	22	10	40	20	»	20	90	42
Phosphate de magnésie et d'ammoniaque.....	»	28	»	»	30	»	»	»
Matière animale.....	»	15	»	8	6	»	»	19
Perte.....	2	2	»	»	»	»	»	»
	100	100	100	100	100	100	100	100

Analyse d'un calcul urinaire de pélican par Landerer.

Acide urique et urate d'ammoniaque.....	81,0
Phosphate de chaux et de magnésie.....	3,0
Carbonate de chaux.....	8,0
Substance jaune soluble dans l'éther.....	2,0
Corps amers extractifs solubles en partie dans l'eau, en partie dans l'éther.....	2,0
Chlorures.....	4,0
	100,0

LAIT.

Le lait est un liquide habituellement alcalin, blanc, opaque, inodore, d'une saveur sucrée, que sécrètent les glandes mammaires. Sa densité est variable.

	Densité.
Femme.....	1,0203
Cavale	1,0346
Anesse	1,0355
Chèvre.....	1,0341
Brebis.....	1,0409
Vache.....	1,0324

(M. Brisson.)

Le lait se mêle en toute proportion à l'eau. Lorsqu'on l'abandonne à lui-même pendant vingt-quatre heures, il se sépare en deux couches distinctes : la première qui surnage, et qu'on nomme *crème;* la seconde a reçu le nom de *lait écrémé.*

D'après Berzelius, le lait de vache écrémé contient :

Caséine avec un peu de beurre	2,600
Sucre de lait	3,500
Extrait alcoolique, acide lactique, lactates	0,600
Chlorure de potassium	0,170
Phosphate alcalin	0,025
Phosphate de chaux, chaux combinée avec la caséine, magnésie et traces d'oxyde de fer	0,220
Eau	92,875
	100,000

La crème, analysée par le même chimiste, lui a donné :

Beurre obtenu par le battage	4,5
Caséine obtenue par la coagulation du lait de beurre	3,5
Sérum	92,0
	100,0

La pellicule obtenue par l'évaporation du lait de vache est formée de

Carbone	55,940	56,735	56,237
Hydrogène	7,679	7,689	7,752
Azote	15,871	15,871	15,871
Oxygène	20,510	19,705	20,360
	100,000	100,000	100,000

(M. Stadeler.)

Le lait, alcalin au moment de la traite, subit assez promptement, su tout en été, la fermentation acide; il se développe de l'acide lactique le lait se coagule alors par la chaleur seule; 2 à 3 millièmes de bica bonate alcalin suffisent pour arrêter cette fermentation.

La présure coagule rapidement le lait.

Lorsqu'on examine le lait au microscope, on reconnaît qu'il contie des globules d'un diamètre qui varie entre $0^{mm},1421$ et $0^{mm},5134$, et q donnent au lait sa couleur blanche. Par l'effet du repos, ces globules rassemblent à la surface du lait pour y former la crème.

La matière grasse, suspendue sous forme de globules, fait seule vari la pesanteur spécifique du lait, et après l'avoir séparée par filtration, trouve que la densité du lait filtré ne varie pas d'une manière sensib quelle que soit la différence que présentent les laits eux-mêmes ava la filtration.

Lorsqu'on laisse du lait de vache frais au contact de l'air, il en absor l'oxygène et dégage de l'acide carbonique, et le volume de ce gaz déga est plus grand que celui de l'oxygène absorbé.

Cette absorption a lieu plus rapidement encore dans le gaz oxygè sec.

alcalins décomposés par l'acide lactique formé, mais d'une espèce de combustion subie par la matière organique.

Le lait ainsi exposé à l'air laisse un résidu solide moins considérable que le lait frais, et, en second lieu, la matière grasse extraite après cette exposition est plus considérable qu'auparavant.

Lorsque le lait est exposé à l'air, il semble donc s'y former des matières grasses aux dépens de la caséine. (M. Hoppe.)

M. A. Müller, qui a aussi observé cette augmentation de matière grasse, l'attribue à une fermentation particulière qui détruit les membranes entourant le beurre, et permet alors à l'éther d'en dissoudre une quantité beaucoup plus considérable.

La quantité de lait fourni par un animal varie suivant les pays et suivant l'époque de l'année où ce lait a été produit, ainsi que le montrent les tableaux suivants :

Tableau de la quantité de lait qu'une vache peut produire.

LOCALITÉS.	OBSERVATEURS.	Poids des vaches.	Foin consommé par jour.	Lait produit par an.	Lait par jour, en moyenne.	REMARQUES.
		Kil.	Kil.	Litres	Litres	
France. (La Feuillasse, Ain) . . .	Perrault de Jotemps .	400	12,5	1700	4,7	Vache à l'étable.
(Lompries, Ain).	D'Angeville	275	6,3	915	2,5	Id.
(Roville, Meurthe). . . .	De Dombasle.	»	10,0	1416	3,4	Id.
(Lyonnais, montagnes). .	Crogmer.	»	»	730	2,0	Vaches mal nourries en hiver.
(Bechelbronn, Bas-Rhin).	Lebel et Boussingault.	»	15,0	»	7,4	»
Angleterre	Low.	»	»	3406	9,3	Id.
Id.	Curwen	»	»	3739	10,2	Id.
Belgique, Anvers.	Schwertz	»	13,0	2558	7,0	Id.
Id.	Schwertz	»	12,4	2254	6,2	Pâturage et étable.
Hollande, Pays-Bas	Schwertz	»	12,4	1932	5,3	Étable d'hiver. — Pâturages.
Id.	Ailon	312	»	4015	11,0	»
Campine	Schwertz.	»	»	3292	14,5	»
Saxe, Moosen.	Schwertzer.	258	9,4	1527	4,2	Nourries à l'étable.
— Altenbourg.	Schmalz.	»	14,0	1950	5,3	»
Autriche, Carinthie	Burger.	375	»	1564	4,3	Bien nourries.
Prusse, Mocglin	Thaër.	»	10,0	1503	4,1	Nourries à l'étable.
— environs de Berlin. . . .	Thaër.	»	»	1707	4,7	»
Suisse. »	D'Angeville	475	12,3	1700	4,7	Id.
— Hoffwyll.	D'Angeville	600	17,5	2662	7,3	Nourries à discrétion.
Paris et ses environs	Quevenne	»	»	»	11,0	»

D'après des observations faites à Bechelbronn, sept vaches, consommant par jour 15 kilogrammes de foin, ont fourni en une année 17 565^{litres},5 de lait, ainsi répartis :

Mois.	Lait rendu par mois.	Jours de rendement des vaches.	Produit par jour et par tête.
	Litres.		Litres.
Janvier	1063,0	186	5,7
Février	759,0	158	4,8
Mars	759,0	155	4,9
Avril	942,5	138	6,7
Mai	1436,0	155	9,3
Juin	2117,5	190	11,1
Juillet	2375,0	195	12,2
Août	2080,5	186	12,8
Septembre	1769,0	180	9,8
Octobre	1490,5	184	8,1
Novembre	1443,5	200	7,2
Décembre	1341,0	191	7,0

Coagulation du lait.

Si l'on ajoute quelques gouttes d'acide au lait et si l'on en élève légèrement la température, le lait se coagule; le caséum se sépare, entraîne la matière grasse, et forme avec elle un coagulum dont on sépare le *petit-lait* par filtration. L'alcool, le tannin, la présure, différentes plantes, telles que le *Pinguicula vulgaris,* les fleurs de chardon et d'artichaut, coagulent le lait.

C'est avec le coagulum du lait, qui prend le nom de *caillé*, qu'on fabrique les fromages.

COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT.

Le lait contient de l'eau, du beurre, du sucre de lait, du caséum, de l'albumine et des sels inorganiques. Voici sa composition moyenne :

Eau	88,36
Beurre	2,53
Caséine	3,43
Sucre de lait	5,44
Sels	0,24
	100,00

(M. Barral.)

D'après M. Müller, la quantité de graisse que l'on peut enlever au lait par l'éther va en croissant avec le temps, à partir de la traite. Il attribue cette augmentation à une fermentation douce qui s'établit, et qui a pour résultat de dissoudre les membranes qui entourent les globules de beurre. La quantité de beurre cédée à l'éther peut augmenter ainsi du simple au quadruple. (M. A. Muller, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXXII, 13.)

Composition du lait d'une femme à diverses époques, d'après Simon.

Jours après l'accouchement.	Pesanteur spécifique.	Eau.	Résidu sec.	Caséine.	Sucre.	Beurre.	Sels fixes.
2.....	1,0320	82,80	17,20	4,00	7,00	5,00	0,316
10.....	1,0316	87,32	12,68	2,12	6,24	3,46	1,180
17.....	1,0300	88,38	11,62	1,96	5,76	3,14	0,166
18.....	1,0300	89,90	10,10	2,57	5,23	1,80	0,200
24.....	1,0300	88,36	11,64	2,20	5,20	2,64	0,178
67.....	1,0340	89,32	10,68	4,30	4,50	1,40	0,274
74.....	1,0320	88,60	11,40	4,52	3,92	2,74	0,287
82.....	1,0345	91,40	8,60	3,55	3,95	0,80	0,240
89.....	1,0330	88,06	11,94	3,70	4,54	3,40	0,250
96.....	1,0334	89,04	10,96	3,85	4,75	1,90	0,270
102.....	1,0320	90,20	9,80	3,90	4,90	0,80	0,208
109.....	1,0330	89,00	11,10	4,15	4,30	2,20	0,276
117.....	1,0344	89,10	10,90	4,20	4,40	2,00	0,268
132.....	1,0340	86,14	13,86	3,10	5,20	5,40	0,235
136.....	1,0320	87,36	12,64	4,00	4,60	3,70	0,270

Composition du lait de femme.

	Moyenne. des analyses précédentes	Femme de trente-six ans.	Femme de vingt ans.
Eau.....	88,36	89,40	89,80
Beurre.....	2,53	3,80	2,88
Caséine.....	3,43	3,40	3,20
Sucre de lait et matières extractives.....	4,82	4,05	3,60
Sels.....	0,23	0,18	»
	99,37	100,83	99,48

(Simon.)

Voici, d'après M. Schlossberger, la composition du lait d'une femme atteinte d'une hypertrophie du sein. Ce lait était épais et sa densité égale seulement à 0,98—0,99.

Eau.....	67,52
Matières grasses.....	28,54
Lactine et matières extractives.....	0,75
Caséine.....	2,74
Sels	0,41
	99,96

Composition du lait, d'après M. Boussingault.

	Femme.	Vache.	Anesse.	Chèvre.	Jument.	Chienne.
Eau	88,4	87,4	90,5	82,0	89,63	66,30
Beurre	2,5	4,0	1,4	4,5	quantité inappréciable	14,75
Sucre de lait et sels solubles	4,8	5,0	6,4	4,5	8,75	2,95
Caséum, albumine et sels insolubles	3,8	3,6	1,7	9,0	1,60	16,00
	99,5	100,0	100,0	100,0	99,98	100,00

Composition du lait de mouton (1).

Eau	81,00	80,48	80,69
Cendres	0,80	0,80	0,80
Beurre	8,16	8,54	8,31
Caséine et albumine	6,44	6,49	7,14
Sucre de lait	3,60	3,69	3,06
	100,00	100,00	100,00

(Fremy.)

Composition du lait de chienne, par M. Dumas.

Eau	75,95
Beurre	6,84
Caséine	12,17
Sucre de lait, Matières extractives, Sels	5,04
	100,00

Composition du lait de truie, par M. Scheven.

	Race allemande.	Race d'Essex.
Eau	85,49	88,17
Beurre	1,93	1,03
Sucre de lait	3,03	2,26
Caséine	8,45	7,36
Sels	1,09	1,18
	99,99	100,00

(1) Ce mouton produisant du lait est resté pendant longtemps au Jardin des plantes.

LAIT.	COMPOSITION DU LAIT. Eau.	Matière sèche dans 100 parties de lait.	Caséum, albumine et sels insolubles.	Matières grasses.	Sucre de lait et sels solubles.	REMARQUES.	OBSERVATEURS.
Femme.	89,2	10,8	3,1	3,4	4,3	De bonne qualité. . . .	HAIDLEN.
Femme.	92,8	7,2	2,7	1,3	3,2	De qualité médiocre. .	HAIDLEN.
Femme.	85,8	14,1	2,2	5,1	7,8	Moyenne de 3 analyses.	PAYEN.
Femme.	88,4	11,6	3,8	3,0	4,8	Moyenne de 14 analyses.	SIMON.
Anesse.	90,5	9,5	1,7	1,4	6,4	Moyenne de 5 analyses.	PELIGOT.
Cavale..	89,63	10,37	1,6	peu	8,75 (sucre, mat. extract. et sels)	Le poids de la crème dans ce lait n'était que de 0,80 p. 100.	LUISCIUS, BLONDT et STIPRIAN.
Chèvre.	85,6	14,4	4,5	4,1	5,8	Une analyse.	PAYEN.
Chèvre.	82,0	18,0	9,0	4,5	4,5 (matières extractives et sels)	»	»
Chienne	66,3	33,7	16,0	14,75	2,95 (sucre de lait et sels solubles)	Moyenne de 2 analyses : traces de sucre de lait.	SIMON.
Vache..	87,4	12,6	3,6	4,0	5,0	Moyenne de 12 analyses (Bechelbronn). . . .	LEBEL et BOUSSINGAULT.
Vache..	86,6	13,4	3,8	3,5	6,1	Moyenne de 6 analyses ; lait des environs de Paris.	QUEVENNE.
Vache..	87,0	13,0	4,5	3,1	5,4	Id.	HENRI et CHEVALLIER.
Vache..	86,8	13,2	5,6	3,6	4,0	Id.	LECANU.
Vache..	87,3	12,7	5,1	3,0	4,6	Lait des environs de Giessen.	HAIDLEN.
Vache..	85,9	14,1	7,0	3,9	3,5	Moyenne de 2 analyses.	SIMON.
Vache..	85,7	14,3	6,9	3,8	3,6	Id.	HERBERGER.

Composition de divers laits, par MM. Henry et Chevallier.

	Femme.	Anesse.	Chèvre.	Brebis.
Caséum sec	1,52	1,82	4,02	4,50
Beurre	3,58	0,11	3,32	4,20
Sucre de lait sec.	6,50	6,08	5,28	5,00
Sels	0,45	0,34	0,58	0,68
Eau	87,95	91,65	86,80	85,62
	100,00	100,00	100,00	100,00

D'après M. Poggiale, le lait de vache contient :

Eau	862,8
Beurre	43,8
Sucre de lait	52,7
Caséum	38,0
Sels	2,7
	1000,0

Lait de vache. Cendres sur 1000 parties (MM. Plan, Schwartz).

Phosphate de chaux	1,805
Phosphate de magnésie	0,170
Phosphate de fer	0,032
Phosphate de soude	0,225
Chlorure de potassium	1,350
Soude	0,115
	3,697

Composition du lait de vache, par M. Haidlen.
(Partie inorganique.)

Soude	0,042	0,045
Chlorure de sodium	0,024	0,034
Chlorure de potassium	0,144	0,183
Phosphate de chaux	0,231	0,344
Phosphate de magnésie	0,042	0,064
Phosphate de fer	0,007	0,007
	0,490	0,677

Les premières portions du lait retiré des mamelles sont moins chargées de matières grasses que les dernières.

Lait de truie, race d'Essex. 100 parties de lait laissent 1,18 de cendres, renfermant, d'après M. Scheven :

Chlorure de sodium	12,7
Chlorure de potassium	3,4
Sulfate de potasse	2,8
Potasse	2,6
Phosphate de fer ($3PhO^5,2Fe^2O^3$)	1,6
Phosphate de chaux tribasique	73,6
Phosphate de magnésie tribasique	3,9
	100,6

On a reconnu que le lait est plus riche en principes solides à la fin de la traite qu'au commencement. (M. Reiset.)

L'alimentation à la viande pure donne un lait dans lequel les méthodes ordinaires de l'analyse ne permettent pas de reconnaître la présence du sucre de lait. (M. Dumas.)

MÉTHODES D'ANALYSE DU LAIT.

Nous avons vu que le lait contient de l'eau, du beurre, du sucre de lait, du caséum et des sels inorganiques.

Pour doser ces différents principes, M. Peligot fait évaporer au bain-marie une quantité connue de lait : lorsque le résidu ne change plus de poids, il le pèse, et obtient ainsi par différence la proportion d'eau. Il épuise le résidu par un mélange d'alcool et d'éther, il enlève ainsi toute la matière grasse ; le résidu, desséché et pesé de nouveau après cette opération, fait connaître le poids du beurre. Des lavages à l'eau froide séparent le sucre de lait et les sels solubles du caséum et des sels insolubles.

M. Müller recommande, pour enlever au lait toute la matière grasse, de le traiter par un mélange de 1 partie d'alcool absolu et de 3 parties d'éther pur ; ce mélange a l'avantage de se dissoudre dans le lait, ce que ne fait pas l'éther seul.

M. Haidlen a modifié ce procédé en ajoutant au lait un cinquième environ de gypse bien sec. Le sulfate de chaux a la propriété de coaguler le caséum, de le rendre moins soluble dans l'eau, et de fournir une masse plus facile à pulvériser et à épuiser par l'éther. M. Haidlen emploie l'éther seul dans le premier traitement, et ensuite l'alcool aqueux, qui dissout le sucre de lait et les sels.

Quand on ajoute au lait du sel marin jusqu'à saturation, la filtration de ce liquide donne un sérum parfaitement limpide, contenant tout le caséum soluble, le sucre de lait et les sels. Les globules du lait restent tous sur le filtre. (M. Dumas.)

Si l'on ajoute ensuite de l'acide acétique au lait, et qu'on le fasse bouillir, il suffit de l'agiter avec l'éther pour lui enlever tout le beurre.

Dosage du sucre de lait. — M. Poggiale a appliqué, dans ces derniers temps, au dosage du sucre de lait, la propriété qu'il possède de réduire le tartrate cupro-potassique, ainsi que l'action qu'il exerce sur le plan de la lumière polarisée.

Premier procédé. — Pour préparer la liqueur d'épreuve, on prend :

Sulfate de cuivre cristallisé	10	grammes.
Bitartrate de potasse cristallisé	10	—
Potasse caustique	30	—
Eau distillée	200	—

La liqueur filtrée est limpide, d'un bleu intense, et décompose 2 décigrammes de petit-lait par centimètre cube.

Avant de doser le sucre de lait, on sépare la matière grasse et le caséum, par coagulation : 1000 grammes de lait fournissent 923 grammes de petit-lait.

Pour essayer le petit-lait, on prend, avec une pipette, 20 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve et on l'introduit dans un petit ballon ; on élève ensuite la température du liquide jusqu'à l'ébullition. D'un autre côté, on remplit de petit-lait une burette dont chaque division égale un

cinquième de centimètre cube, et l'on fait tomber le petit-lait goutte à goutte dans la liqueur, en agitant celle-ci continuellement et en la chauffant à chaque addition de petit-lait; on continue ainsi jusqu'à ce que la teinte ait complétement disparu. Il se forme d'abord un précipité de protoxyde de cuivre hydraté, qui ne tarde pas à devenir rouge et à se déposer au fond du ballon. Lorsque l'opération est terminée, on lit sur la burette la quantité de petit-lait qui a été employée, et, au moyen d'une proportion, on détermine le poids du sucre contenu dans 1000 grammes de petit-lait.

Deuxième procédé. — M. Poggiale a appliqué aussi le saccharimètre de M. Soleil au dosage du sucre de lait. Pour faire cette expérience, on coagule d'abord le lait au moyen de l'acide acétique, et à la température de 40° ou 50°; on filtre ensuite, et l'on ajoute au liquide filtré quelques gouttes d'acétate de plomb, qui déterminent un précipité assez abondant. On obtient, par une nouvelle filtration, une liqueur parfaitement transparente, et très-propre à ce genre de recherches. Le sérum, ainsi préparé, est introduit dans un tube d'observation de 22 centimètres de longueur; après avoir été fermé, ce tube est placé sur l'instrument pour obtenir le nombre de degrés indiquant la déviation que la lumière polarisée éprouve en traversant le liquide sucré. Si l'on a trouvé, par exemple, 28°, il suffira de poser la proportion suivante : $100 : 201,90 :: 28 : x$, d'où $x = 56,53$. Dans cette supposition, 1000 grammes de petit-lait contiennent 56,53 de sucre de lait; 201,90 est la quantité de sucre de lait qui, dissoute dans l'eau distillée et portée au volume de 1000 centimètres cubes, produit une déviation de 100°.

D'après les observations de M. Poggiale, le lait vendu dans le commerce ne marque au saccharimètre que 19° à 23°, au lieu de 28°.

Voici une autre méthode d'analyse du lait :

On dessèche à 110° 15 ou 20 grammes de ce liquide; la perte de poids qu'il subit représente la quantité d'eau qui s'y trouve contenue.

La proportion de cendres est déterminée en calcinant un certain poids du résidu obtenu dans l'opération précédente.

Les cendres, traitées par l'eau, perdent les sels solubles qu'elles renferment : la proportion de ces sels est connue par différence.

Une portion du résidu de la dessiccation du lait est épuisée par l'éther; elle cède le beurre à ce dissolvant. La perte de poids qu'éprouve le résidu équivaut au poids du beurre.

La matière séparée du beurre, comme il vient d'être dit, est reprise par l'eau, qui enlève le sucre de lait et les sels solubles. Le poids des sels solubles étant déjà connu, on a celui du sucre de lait.

Le dosage de l'albumine s'opère en additionnant le lait d'acide acétique, qui précipite la caséine, saturant par l'ammoniaque la liqueur

filtrée, l'additionnant de quelques gouttes d'acide azotique, et faisa bouillir : l'albumine se précipite à l'état insoluble. On lave cette su stance, puis on la pèse après l'avoir desséchée. (FREMY.)

La caséine est précipitée complétement par les sels de mercure, da le rapport à peu près constant de 5 équivalents de caséine pour 1 équ valent d'oxyde de mercure. On peut donc doser la caséine au moy d'une solution mercurique titrée, puis le sucre de lait par une soluti cuivrique.

Analyse du lait par M. Doyère.

Dosage du beurre. — Pour déterminer la proportion de beurre con nue dans le lait, il faut ajouter à 10 grammes de lait 40 grammes d'aci acétique étendu dans son volume d'eau; agiter et verser le mélange s un filtre, qui retient le beurre; prendre ensuite 10 grammes du liqui filtré et 10 grammes d'un liquide formé comme le précédent avant filtration; les placer séparément dans deux capsules pesées et les d sécher à la température de 110° à 115°. La différence de poids existe entre les deux capsules après la dessiccation, permet de connai la quantité de beurre contenue dans les 10 grammes de lait soumi l'analyse.

Dosage de la caséine. — On prépare du petit-lait en additionnant lait de $\frac{1}{50}$ de son volume d'acide acétique, puis on dessèche à 1 10 grammes de ce petit-lait. Le résidu de la dessiccation, rapporté 1 gramme de lait et soustrait du résidu que laisse ce gramme dessé dans les mêmes conditions, indique en poids la somme de la casé et du beurre. Le poids de ce dernier corps étant déjà connu, celui la caséine le sera facilement.

Dosage de l'albumine. — Le dosage de l'albumine est très-simple : suffit de verser 2 volumes d'alcool sur 1 volume de petit-lait, de filt et de dessécher le précipité dans une étuve chauffée à 115°.

Dosage du sucre de lait. — Le sucre de lait, plus 0,002 de matiè salines restées en dissolution dans l'alcool, forme le résidu obtenu évaporant le liquide filtré provenant de l'opération précédente.

Dosage des sels. — Pour doser les sels contenus dans le lait, on op la calcination de ce liquide dans une capsule de platine et à l'aide d' lampe à alcool. (M. BOUSSINGAULT.)

Dosage de l'eau. — On détermine la quantité d'eau que contient le en évaporant 5 grammes de ce liquide à la température de 120°. La férence qui existe entre le poids du résidu et celui du lait soumis dessiccation exprime la quantité d'eau que contenaient les 5 gram de lait soumis à l'analyse.

En faisant l'analyse de diverses espèces de laits, M. Doyère est ar à constater :

Que les sels inorganiques du lait sont dans une proportion presque constante pour une même espèce animale, et dans des proportions très-diverses pour des espèces différentes, comme le montre le tableau suivant :

	Limites entre lesquelles sont comprises les proportions de substances inorganiques contenues dans le lait.	
Lait de femme	0,0016	0,0023
Lait d'ânesse	0,0027	0,0035
Lait de jument	0,0034	0,0047
Lait de vache	0,0064	0,0088

Que le lait de la brebis est le plus riche en beurre et en caséine, et que, sous le même poids, il renferme deux fois autant de principes alimentaires que le lait de vache.

Que le lait de la jument et celui de l'ânesse sont les plus pauvres en matières solides, et que celui de l'ânesse présente une grande analogie avec celui de la femme : tous deux renferment fort peu de caséine; on peut même admettre une identité complète entre le lait de femme et le dernier tiers de la traite d'une ânesse.

Que le lait de la femme, tout en étant le plus riche en beurre, présente les plus grandes variations par rapport aux quantités de ce principe qu'il peut contenir.

Le tableau suivant indique la composition de diverses sortes de laits d'après M. Doyère :

	Femme.	Vache.	Chèvre.	Brebis.	Anesse.	Lama.	Jument.
Eau	87,38	87,60	87,30	81,60	89,63	86,60	91,37
Beurre	3,80	3,20	4,40	7,50	1,50	3,10	0,55
Caséine	0,34	3,00	3,50	4,00	0,60	3,00	0,78
Albumine	1,30	1,20	1,35	1,70	1,55	0,90	1,40
Sucre de lait	7,00	4,30	3,10	4,30	6,40	5,60	5,50
Sels	0,18	0,70	0,35	0,90	0,32	0,80	0,40
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

ESSAI DU LAIT.

Le lait vendu sur les marchés publics est ordinairement étendu frauduleusement d'une certaine quantité d'eau. Trois instruments ont été proposés pour découvrir cette fraude.

Le premier, nommé *crémomètre*, est dû à M. Quevenne.

Le crémomètre est une éprouvette de 42 millimètres de diamètre, de 60 centimètres de hauteur, et qui jauge 2 décilitres. Cette éprouvette est divisée en demi-millimètres, et porte une échelle graduée en 100 centimètres, dont le zéro correspond à la moitié du premier décilitre, et

le quarantième degré à la limite de ce décilitre. Pour faire l'essai d lait, on en remplit l'éprouvette jusqu'au zéro, puis on l'abandonn lui-même pendant vingt-quatre heures. La crème monte peu à peu forme à la surface une couche d'un certain nombre de millimèt d'épaisseur. Comme le lait pur du commerce doit donner au moins u couche épaisse de 10 millimètres, si le lait essayé fournit une cou de crème moins épaisse, on doit croire qu'il est frelaté.

Le second instrument est le *lactoscope* de M. Donné.

Le lactoscope consiste en une sorte de lorgnette composée de de tubes entrant l'un dans l'autre, et munis de deux verres parallèles se rapprochent jusqu'au contact, ou s'éloignent plus ou moins l'un l'autre à volonté, au moyen d'un pas de vis très-fin. Un petit entonno placé à la partie supérieure, communique avec l'espace que les de lames de verre peuvent laisser entre elles : au côté opposé est adap un manche qui sert à tenir l'instrument. Le tube intérieur, se visse dans l'autre tube, porte sur sa longueur des divisions au nombre de 5 et des chiffres qui indiquent la richesse du lait. Lorsque les deux lam sont en contact, l'instrument marque 0°. On part de ce point. On intr duit le lait bien mélangé dans le petit entonnoir, et l'on écarte les de verres l'un de l'autre en faisant jouer la vis de droite à gauche : le la descend dans l'espace vide et forme une couche égale à l'écarteme des deux lames. On regarde à travers cette couche la flamme d'u bougie placée à un mètre de distance de l'œil, et l'on fait marcher vis dans un sens ou dans un autre, jusqu'à ce qu'on ait trouvé le poi précis où la flamme cesse d'être visible. On lit sur les divisions du tul le chiffre auquel on s'est arrêté.

Enfin, le dernier instrument proposé est le *lactodensimètre,* ou aréo mètre de M. Quevenne.

Le lactodensimètre est un aréomètre qui, en s'enfonçant plus o moins dans le lait, indique sa densité. Comme la densité du la varie entre 1,030 et 1,035, si le lactodensimètre indique une densi moindre que 1,030, il est clair que le lait a été étendu d'eau. Pou que cette opération soit aussi exacte que possible, on ramène la temp rature à 15°, ou bien on se sert des tables de correction dressées pa M. Quevenne.

Les expériences de M. Doyère l'ont conduit à admettre :

Que l'emploi du crémomètre est défectueux, parce que le volume de la crème n'est pas en rapport avec les quantités de beurre et de caséin qui constituent le lait, et parce que les globules du lait étant de grosse différente, leur ascension est subordonnée à ces grosseurs ; enfin, par que le temps employé à faire l'expérience ne permet pas de détermin promptement la valeur d'un lait reçu dans les établissements publi tels que les hôpitaux, etc.

Que le lactoscope, de son côté, ne peut indiquer qu'approximativem la richesse du lait en principes solides (beurre et caséine), car les globu

du beurre, variant de diamètre, communiquent au lait une opacité variable.

Que le lactodensimètre peut induire en erreur. En effet, le beurre a pour densité 0,93, de telle sorte qu'un lait fort riche en beurre peut présenter une densité moindre que 1,030. Dans ce cas, le lactodensimètre indiquerait une addition d'eau. De plus, il est possible d'amener un tel lait avec de l'eau à la densité normale de 1,030. Le lactodensimètre servirait donc de régulateur à une falsification qu'il ne décèlerait plus.

Pour connaître la valeur d'un lait, c'est-à-dire la quantité de caséine et de beurre (fromage) qu'il contient, on fait deux petits filtres de papier égaux en poids. On prend ensuite avec une pipette graduée 10 grammes du lait à essayer, qu'on étend de 40 grammes d'eau; puis on ajoute dans la liqueur 4 ou 5 gouttes d'acide acétique. La coagulation s'opère; on jette le liquide sur l'un des filtres, et, dès que la filtration est terminée, on déroule ce filtre de manière à ne plus le laisser plié en deux; on l'introduit dans l'autre filtre sec, et on les comprime tous deux entre des feuilles de papier joseph.

Lorsqu'ils ont perdu toute l'eau que la compression peut leur enlever, on les pèse, et la différence de poids indique la quantité de fromage contenue dans les 10 grammes de lait soumis à l'analyse.

On arrive à connaître la proportion de beurre et de caséine contenus dans un gramme de ce lait, au moyen des formules suivantes :

$$x = 0{,}4\ S' - 5{,}4\ (D - D');$$
$$x' = \frac{S' - x}{3}.$$

x est le beurre;
x', la caséine;
S', le poids du fromage rapporté à un gramme de lait;
D, la densité du lait (1);
D', la densité du sérum.

M. Daubrawa recommande la méthode suivante :

On mélange le lait à essayer avec le double de son volume d'alcool à 85°. La caséine et le beurre sont précipités dans un état tel qu'on peut les doser ensemble en mesurant leur volume dans un vase gradué. Le liquide filtré présente une densité différente de celle que présenterait un mélange semblable d'alcool et d'eau (0,9005); cette densité augmente de 0,004 par chaque centième de sucre de lait contenu dans le lait examiné. Les variations de température nécessitent des corrections qui sont données par les tables indiquant les densités des mélanges d'alcool et d'eau.

(M. Daubrawa, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXXVIII, 426.)

(1) Les densités du lait et du sérum sont déterminées à l'aide d'un aréomètre.

RECHERCHES DE MM. MILLON ET COMMAILLE SUR LE LAIT.

Lactoprotéine. — MM. Millon et Commaille ont découvert dans le lait une matière albuminoïde particulière qu'ils nomment *lactoprotéine*. Elle n'est coagulée ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique, ni par le bichlorure de mercure, ni par l'action combinée de l'acide acétique et de la chaleur. Mais elle forme, au contact du nitrate mercurique très-acide, une combinaison insoluble qui renferme 20 pour 100 de bioxyde de mercure, et dont la formation peut servir à déterminer la quantité de lactoprotéine contenue dans le lait.

Cette combinaison de lactoprotéine et d'oxyde de mercure peut être représentée par la formule $C^{36}H^{31}Az^{5}O^{18},HgO$; elle retient toujours un peu de nitrate de mercure interposé. Si le nitrate mercurique contenait la moindre trace de protoxyde, il se précipiterait du protochlorure de mercure en mélange avec la lactoprotéine mercurique, par suite de la présence de chlorures dans le lait.

Lorsqu'on cherche à isoler cette nouvelle substance albuminoïde, on obtient une matière gommeuse très-soluble dans l'eau, mais dans laquelle ne se retrouvent plus les principales propriétés de la lactoprotéine, telles qu'on les observe dans le lait.

Elle existe dans les laits de brebis, de chèvre, d'ânesse et de femme, aussi bien que dans le lait de vache, et dans ce dernier ses proportions sont assez variables.

MM. Millon et Commaille ont compris le dosage de la lactoprotéine dans une méthode d'ensemble d'analyse du lait, dans laquelle ils déterminent isolément chaque principe essentiel de ce liquide. En employant quelquefois des procédés déjà connus, les auteurs de la nouvelle méthode d'analyse se sont attachés principalement à les rendre plus expéditifs et plus précis.

Voici les principales indications de ce travail, en ce qui concerne la marche à suivre et la constitution du lait.

Méthode d'analyse. — On mesure 20 centimètres cubes de lait, on les étend de 4 volumes d'eau, puis on y verse 5 ou 6 gouttes d'acide acétique marquant 10°. On agite, et immédiatement il se fait un coagulum nageant librement dans la masse du liquide.

Le coagulum fournit le dosage du beurre et de la caséine; le liquide sert à déterminer les quantités d'albumine, de lactoprotéine, de sucre de lait et des sels.

On jette le coagulum sur un filtre, à travers lequel passe rapidement le liquide, que l'on met de côté.

Le coagulum est lavé trois ou quatre fois, sur le filtre même, avec le moins d'eau possible, parce que celle-ci dissoudrait des traces de caséine; on fait succéder à l'eau distillée de l'eau alcoolisée, marquant

40° à l'alcoomètre centésimal, et tout le liquide de lavage, alcoolique ou non, est rejeté.

Le contact de l'eau alcoolisée contracte le coagulum et permet de l'enlever du filtre sans la moindre perte.

Coagulum, beurre et caséine. — Le coagulum détaché du filtre est épongé dans du papier buvard, puis bien délayé dans de l'alcool anhydre; le tout est jeté sur un filtre; le liquide écoulé est remplacé par de l'éther, lequel est additionné d'un dixième d'alcool absolu, et l'on continue le lavage avec ce mélange tant qu'on entraîne de la matière grasse.

Beurre. — Les liqueurs alcooliques et éthérées sont réunies dans une capsule de verre tarée; la chaleur du bain-marie suffit pour chasser le liquide, et le beurre est pesé.

Différents laits de vache très-purs ont fourni, en moyenne, 43gr,50 de beurre par litre : minimum 38 grammes, et maximum 53 grammes.

Pour le lait de chèvre, la moyenne a été 48gr,38 : minimum 31gr,6, et maximum 63gr,7.

Le lait de femme a donné	40gr,00	en moyenne.
Le lait de brebis	53gr,75	—
Le lait d'ânesse.....	9gr,39	—

Caséine. — Le résidu non dissous par l'alcool anhydre et par l'éther est entièrement constitué par la caséine; l'évaporation rapide de l'éther livre, au bout de quelques minutes, une caséine d'un blanc pur, sèche et pulvérulente.

Le lait de vache a donné un poids variable de 33gr,90 à 36gr,83 par litre de lait. C'est de tous les principes du lait celui dont la proportion change le moins, malgré les diversités de race et d'origine.

La même constance ne s'observe pas dans le lait de chèvre, qui a oscillé entre 28gr,37 et 46gr,64.

Le lait de brebis renferme..	41gr,85	de caséine par litre.
Le lait d'ânesse.....	2gr,64	—
Le lait de femme.....	3gr,17	—

Petit-lait, albumine, lactoprotéine, sucre de lait et cendres. — On partage en trois portions le petit-lait que la filtration a séparé du coagulum : l'une sert à déterminer les quantités d'albumine et de lactoprotéine, l'autre celle du sucre de lait, et la dernière portion les cendres.

Albumine. — On prélève de 35 à 40 centimètres cubes sur la masse du petit-lait étendu, et l'on porte ce liquide à l'ébullition, dans un petit ballon de verre que l'on agite continuellement afin d'empêcher le coagulum albumineux produit par la chaleur de s'attacher aux parois. Dès que la liqueur bout, on la jette sur un filtre, et l'albumine coagulée est lavée d'abord à l'eau, puis à l'alcool, enfin à l'éther. On

étale le filtre, et le coagulum s'enlève d'une seule pièce. Il se dessèche à la vapeur de l'eau bouillante en un temps très-court.

Le lait de vache contient en moyenne.....	5gr,25	d'albumine par litre.
Le lait de chèvre.....	6gr,43	—
Le lait d'ânesse.....	11gr,83	—
Le lait de femme.....	0gr,88	—

Lactoprotéine. — Le petit-lait bouilli et séparé de l'albumine est réuni aux eaux de lavage de la même opération. On y verse deux ou trois gouttes de nitrate mercurique acide et bien exempt de sel mercureux, et il se fait un précipité qui se redissoudrait dans un excès de sel mercuriel ou d'acide nitrique. On recueille le précipité, on le lave une fois avec de l'eau acidulée au centième par de l'acide nitrique, puis à l'eau pure, tant que l'hydrogène sulfuré y produit une coloration, puis à l'alcool et finalement à l'éther. Le produit nouveau se sèche facilement; on le pèse et l'on en retranche 20 pour 100 d'oxyde de mercure : le reste donne le poids de la lactoprotéine.

Elle varie dans le lait de vache de 2gr,90 à 3gr,49.

Le lait de chèvre en contient.....	1gr,52	par litre.
Le lait de brebis.....	2gr,53	—
Le lait d'ânesse.....	3gr,28	—
Le lait de femme	2gr,77	—

Sucre de lait. — Dans la deuxième portion de petit-lait, on dose le sucre de lait en employant le procédé saccharimétrique de M. Barreswil.

MM. Millon et Commaille admettent que 137gr,5 de sucre de lait bien purifié réduisent le même volume de liqueur cupro-potassique que 100 grammes de sucre de canne.

Ils ont trouvé en moyenne 44gr,24 de sucre de lait par litre de lait de vache : minimum 41gr,64, et maximum 48gr,56.

Pour le lait de chèvre, en moyenne.....	54gr,77
Minimum	48gr,58
Maximum.....	63gr,94
Pour le lait d'ânesse.....	60gr,87
Pour le lait de brebis.....	44gr,94
Pour le lait de femme	77gr,00

Cendres. — La troisième portion de petit-lait doit représenter un volume de 25 centimètres cubes environ; on l'évapore dans une capsule de platine tarée, en chauffant d'abord à feu nu, pour les trois quarts du liquide, puis on termine l'évaporation au bain-marie.

Lorsque le poids du liquide ne varie plus dans deux pesées successives, on le calcine sur une lampe à alcool, et l'on obtient sans peine le poids des cendres.

Le beurre, la caséine et l'albumine n'entraînent qu'une trace inappréciable de matière saline.

Le lait de vache renferme, en moyenne, 7gr,03 de cendres par litre; minimum 6gr,10, maximum 8gr,42.

Le lait de chèvre	7gr,30	par litre.
Minimum	6gr,57	—
Maximum	8gr,10	—
Le lait d'ânesse	4gr,84	—
Le lait de femme	2gr,60	—
Le lait de brebis	9gr,22	—

Le résidu provenant de l'évaporation du petit-lait contient, avant l'incinération, indépendamment de l'albumine, de la lactoprotéine, du sucre de lait et des cendres, divers acides organiques dont on peut estimer le poids par différence, puisque tous les principes coexistants dans le lait ont été déterminés par une opération spéciale.

Il convient de remarquer aussi que toutes les déterminations précédentes sont rapportées d'abord au volume du lait, puis au volume du petit-lait, et qu'il faut rétablir, dans les nombres, la corrélation existant entre ces deux liquides.

Si l'on cherchait à vérifier les résultats de l'analyse qui vient d'être décrite par le poids que fournit l'extrait du lait, il serait nécessaire de fractionner la petite quantité de lait sur laquelle on agit, de 7 à 8 grammes au plus, et de l'étaler, durant l'évaporation, en couche très-mince.

Parfum du lait. — L'agitation du lait frais avec 3 ou 4 volumes de sulfure de carbone pur fournit un curieux résultat. Le sulfure se sépare sans dissoudre le beurre, mais il se charge de la matière aromatique. En le laissant évaporer spontanément, il donne un résidu onctueux, presque impondérable, qui possède au plus haut degré l'arome contenu dans l'aliment de l'animal producteur du lait. Généralement, c'est un parfum suave de fourrage, mais quelquefois aussi, c'est une odeur désagréable due à l'ingestion de plantes nauséabondes, ou bien une odeur de rance due aux altérations des aliments.

Le lait de vache est le seul qui présente cette particularité : ainsi, le lait de chèvre, malgré la variété de l'alimentation, n'abandonne jamais au sulfure de carbone qu'une matière dépourvue d'odeur.

MM. Millon et Commaille ont encore remarqué qu'en dosant la matière grasse du lait avec l'appareil de M. Marchand, on obtient dans le tube d'essai un beurre fluide, toujours coloré en jaune avec le lait de vache, tandis qu'avec les laits de chèvre, de brebis, d'ânesse et de femme, ils ont toujours isolé une graisse parfaitement incolore.

COLOSTRUM.

Le lait, quelques jours avant et après le part, présente des particularités dignes d'intérêt : il a reçu le nom de *colostrum*. Il diffère du lait en ce qu'il contient une quantité notable d'albumine; il renferme très-peu de sucre de lait, et paraît être plus riche en sels que le lait ordinaire.

Tableau synoptique indiquant les propriétés physiques et chimiques du lait de vache avant et après le part, d'après LASSAIGNE.

DATES.	COULEUR.	SAVEUR.	DENSITÉ.	EFFET de la chaleur.	EFFET sur le papier de tournesol.	EAU POUR 100.	RAPPORT en volume de la crème au sérum.	MATIÈRE BUTYREUSE.	ALBUMINE.	SOUDE.	CASÉUM.	SUCRE DE LAIT.	ACIDE lactique libre.
42 jours avant le part.	Bleu jaunâtre.	Fade, mucilagineuse, salée.	1,063 à 5°.	Se coagule.	Bleuit.	78,4	200 à 800	Consistance molle.	Albumine.	Soude libre.	»	»	»
22 — —	Id.	Id.	1,062 à 8°.	Id.	Id.	78,2	200 à 800	Id.	Id.	Id.	»	»	»
21 — —	Id.	Id.	1,064 à 7°.	Id.	Id.	78,1	200 à 800	Id.	Id.	Id.	»	Sucre de lait.	Acide lactique.
11 — —	Blanc.	Douce, légèrement sucrée.	1,040 à 8°.	Ne se coagule qu'en partie.	Rougit un peu.	78,8	200 à 800	Consistance plus solide.	Id.	»	Caséum.	Id.	Id.
Jour du part	Id.	Id.	1,039 à 8°.	Id.	Id.	78,2	200 à 800	Id.	Id.	»	Id.	Id.	Id.
4 jours après le part.	Id.	Douce et sucrée.	1,035 à 8°.	Ne se coagule pas.	Rougit.	79,8	200 à 800	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
6 — —	Id.	Id.	1,033 à 7°.	Id.	Id.	82,0	188 à 812	Consistance plus molle.	»	»	Id.	Id.	Id.
20 — —	Id.	Id.	1,040 à 7°.	Id.	Id.	89,0	78 à 923	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
21 — —	Id.	Id.	1,040 à 6°.	Id.	Id.	88,0	59 à 941	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
30 — —	Id.	Id.	1,038 à 5°.	Id.	Id.	90,0	64 à 936	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.

FABRICATION DU BEURRE.

Les globules du lait ne flottent pas librement dans ce liquide; ils sont retenus par une membrane fort mince qui les empêche de se souder entre eux. Lorsque, par un moyen quelconque, on parvient à les réunir, on forme le *beurre*.

Pour obtenir la réunion des globules gras du lait; en d'autres mots, pour obtenir le beurre, on a recours au battage.

Le battage du lait s'opère dans un instrument appelé *beurrière* ou *baratte*. La forme des barattes varie avec les contrées, mais on se sert surtout des deux espèces de barattes suivantes :

1° La baratte fixe, dans laquelle l'agitation du lait se fait à l'aide d'un bâton.

2° La baratte mobile, vase cylindrique qui agite le lait en tournant sur son axe.

Voici la description de ces deux appareils :

Une baratte fixe est un vase de tonnellerie haut de 80 à 100 centimètres, large de 18 ou 28 centimètres, et muni d'un couvercle percé d'un trou dans lequel un bâton, nommé *baraton* ou *batte-à-beurre*, peut se mouvoir facilement. Le baraton est terminé, à l'extrémité qui plonge dans la crème, par un disque de bois assez mince, qui est destiné à diviser la crème. On forme le beurre en élevant et en abaissant alternativement le baraton dans la crème.

La baratte mobile se compose d'un tonneau de 1 mètre de longueur sur 82 centimètres de diamètre, que supporte un axe posé sur deux chevalets. Cet axe est terminé par une manivelle à chacune de ses extrémités. A l'intérieur, le tonneau contient quatre planchettes de 11 centimètres de hauteur, disposées dans le sens de la longueur, et destinées à empêcher la crème de glisser sur les parois quand l'appareil est mis en mouvement. On introduit la crème ou le lait par une ouverture pratiquée dans le flanc du tonneau, et que l'on referme avec un couvercle garni de toile; puis on fait tourner avec une vitesse de 30 à 35 tours par minute, jusqu'à ce que le beurre soit fait.

Que l'on emploie l'une ou l'autre de ces barattes, il est indispensable, pour obtenir le beurre, de réaliser les conditions suivantes :

Le lait soumis au battage doit provenir de vaches saines et bien nourries. En été, il faut commencer le battage vingt-quatre heures au plus tard après la traite, et en hiver trois jours après. Le lait ne doit pas aigrir dans la baratte : on arrive facilement à ce résultat en l'additionnant d'une petite quantité de carbonate de soude.

Le maximum du volume de lait à introduire dans la baratte est égal à la moitié de la capacité de ce vase. La vitesse du battage doit être modérée et le mouvement continu : si le mouvement est irrégulier, le beurre se divise de nouveau dans le lait en formant le *babeurre* et le *lait de*

crème; s'il est trop rapide, le beurre perd sa consistance et prend une saveur désagréable. La nature du son rendu pendant le battage peut servir de guide au *beurrier* pour reconnaître si l'opération marche convenablement. Dans les premiers moments, le son doit être grave et sourd; il devient sec et éclatant lorsque le beurre commence à se produire. Le temps employé au battage varie suivant la saison, la forme de la baratte, la quantité de lait qu'elle contient, etc. : toutefois on peut dire qu'une heure suffit en été pour préparer 100 livres de beurre dans une baratte d'une capacité suffisante, et que la même quantité de beurre exige plusieurs heures en hiver. Le beurre doit se séparer du lait à la température de 12° à 15°; il faut donc, en été, refroidir la baratte à l'aide de glace ou d'eau fraîche, et en hiver l'échauffer au moyen d'eau chaude. Par suite, le moment le plus favorable au battage du beurre est le matin ou le soir, lorsqu'il fait chaud, et le milieu du jour, quand il fait froid.

Au sortir de la baratte, le beurre subit un traitement que l'on nomme *délaitage*, et qui a pour but de le séparer du *lait de beurre*.

Le délaitage se pratique ordinairement en pétrissant le beurre dans de l'eau que l'on renouvelle de temps en temps, jusqu'à ce qu'elle reste limpide. L'opération ne doit pas être prolongée, car les lavages retirent le parfum au beurre.

Dans certains pays, le délaitage s'opère sans eau : le beurre est placé dans une terrine où on le bat avec une écrémoire, une cuiller ou un rouleau. Ce procédé exige beaucoup d'habitude, car le beurre non délaité s'altère rapidement, et, de plus, il devient visqueux, lorsqu'on le *fatigue* par un pétrissage longtemps maintenu.

Le beurre délaité est ensuite salé légèrement, puis moulé selon la forme adoptée dans chaque contrée.

Dans plusieurs comtés anglais, on fabrique avec la crème bouillie un beurre de bonne qualité.

En Hollande, en Belgique et dans quelques parties de l'Allemagne, le beurre est obtenu avec la crème et le caillé; mais cette méthode, qui est économique, ne fournit qu'un produit de seconde qualité. Enfin, en Amérique, on prépare un beurre excellent en plaçant la crème dans des sacs de toile que l'on enterre à 50 centimètres de la surface du sol. Au bout de vingt-cinq heures, la crème, devenue dure, est retirée des sacs, puis écrasée dans une espèce de mortier contenant une petite quantité d'eau. Le lait se sépare du petit-lait pendant cette trituration.

Ce nouveau mode de préparation du beurre est maintenant usité dans quelques départements de la France, où il donne de bons produits. En hiver, lorsque la terre est gelée, on enterre les sacs dans des caves.

Un beurre bien préparé doit être d'un beau jaune mat, de consistance moyenne, d'une odeur particulière et faiblement aromatique, d'une saveur agréable. Il doit être facile à couper nettement en lames.

Parmi les causes principales qui influent sur la qualité du beurre, les plus importantes sont :

L'espèce des vaches;
Leur état de santé;
Leur nourriture;
Les soins apportés à la fabrication.

Tous les agriculteurs ont reconnu que certaines espèces de vaches fournissent un lait présentant des qualités que les soins les plus minutieux ne peuvent faire acquérir au lait des vaches d'une autre espèce.

Ils savent aussi que sans un entretien parfait de propreté, la santé de ces animaux s'altère, leur lait est moins bon, et par conséquent le beurre qui en provient est de qualité inférieure.

Puisque les plantes qui servent à l'alimentation des animaux exercent une influence sur la saveur de la viande, on conçoit facilement qu'elles aient aussi une action sur le goût du lait. Cependant on n'est pas encore parvenu à préciser les diverses espèces de plantes qui conviennent le mieux aux vaches laitières; on a seulement reconnu que :

1° Les fleurs de châtaignier, les marrons d'Inde, l'absinthe, la feuille d'artichaut, les feuilles d'arbres tombées à l'automne, les fourrages avariés, communiquent au lait une saveur plus ou moins désagréable;

2° Que le beurre des vaches nourries avec le turneps se détériore très-facilement;

3° Que les plantes des prairies naturelles, telles que la spergule, les carottes, les feuilles de maïs, sont excellentes pour les vaches laitières.

Nous avons vu plus haut (page 634) que MM. Millon et Commaille sont parvenus à isoler la matière odorante du lait.

La propreté la plus scrupuleuse des laiteries est une condition indispensable pour obtenir un beurre délicat et savoureux. Si des matières organiques tombent dans le lait, elles jouent le rôle de ferment, et déterminent, sous l'influence de l'air, la production d'une petite quantité d'acide butyrique qui donne au beurre une saveur désagréable, celle du beurre rance.

Quand le beurre est devenu rance ou amer, il ne peut recouvrer sa première saveur. Il est donc indispensable d'apporter de grands soins à sa préparation et à sa conservation.

On peut conserver le beurre pendant quelques jours en le plaçant dans de l'eau fraîche et en le couvrant avec un linge mouillé. Lorsqu'on veut le garder plus longtemps, il faut le soustraire autant que possible à l'action de l'air, soit en l'enfermant dans des vases de grès bien clos, soit en le fondant, pour le séparer par décantation des matières étrangères, soit en le salant, parce que le chlorure de sodium paralyse l'action du ferment.

FABRICATION DU FROMAGE.

Le caillé de lait acquiert, après certains traitements, la propriété de se conserver pendant un temps plus ou moins long, et constitue alors le produit que l'on désigne sous le nom de *fromage*.

Les espèces de fromages sont très-nombreuses; mais, puisque la substance première est toujours la même, les différences qui caractérisent chacune de ces espèces proviennent évidemment du mode de fabrication.

Nous décrirons d'abord la méthode générale employée pour préparer le fromage, et nous entrerons ensuite dans quelques détails sur la fabrication des fromages les plus connus.

Pour obtenir le fromage, on chauffe le lait à 35° environ, puis on y ajoute la présure. La coagulation s'opère dans l'espace d'une heure, et le caillé produit tombe au fond du vase. On le ramasse alors avec une espèce de tamis, et, après l'avoir laissé égoutter, on le comprime pendant quelque temps, soit à l'aide d'une presse, soit en le plaçant sous des planches chargées de poids. Dans cet état, le caillé, auquel on peut déjà donner le nom de *fromage*, est rompu avec les mains ou avec un moulin spécial, soumis ensuite, pendant douze heures, à une pression plus forte qui chasse les dernières traces du petit-lait, puis entouré de linge et plongé dans une saumure concentrée.

Lorsque le fromage est suffisamment salé, on le lave avec de l'eau chaude et on le place à la cave, où il subit une fermentation de laquelle dépendent son goût et plusieurs de ses propriétés.

Fromage de Neufchatel. — Ce fromage se prépare de la manière suivante : On fait cailler, au moyen de deux cuillerées de présure, 10 à 15 litres de lait chaud additionné d'une certaine quantité de crème prise sur le lait du matin ; puis, au bout de deux heures, on introduit le caillé, sans le rompre, dans des paniers garnis intérieurement de toile, où on le laisse égoutter, en ayant soin de le retourner de temps en temps et de changer les linges toutes les heures. Dès que sa consistance permet de le manier sans le casser, on le moule en forme de cylindres hauts de 8 centimètres et larges de 5 centimètres, que l'on entoure de papier joseph mouillé.

Fromage de Brie. — Le lait, chauffé à 30° et additionné de crème, est coagulé au moyen d'une cuillerée de présure introduite dans un nouet de toile. On remue ensuite le caillé dans le sérum, puis on le place dans un moule, où on le comprime fortement. Lorsqu'il est égoutté, on le renverse sur un linge mouillé; on introduit un autre linge dans le moule, puis on y replace le caillé, que l'on soumet à l'action de la presse, en ayant soin de changer les linges toutes les deux heures.

Lorsque cette compression a été maintenue pendant vingt-quatre heures, on met le caillé dans une espèce de baquet, où on le saupoudre de sel fin sur toutes les faces, et l'on répète ce traitement pendant trois jours.

Au bout de ce temps, le fromage essuyé avec un linge fin est placé sur un lit de paille, dans un tonneau défoncé d'un côté ; on le recouvre d'une nouvelle couche de paille, et l'on continue la stratification jusqu'en haut du tonneau, en ayant soin de terminer par la paille. Le tonneau est ensuite transporté dans un endroit sec et frais, où le fromage *s'essuie* pendant quatre mois.

La fermentation devient alors active ; la pâte extérieure se gonfle quelquefois, fait crever la croûte et s'écoule au dehors sous la forme d'une bouillie gluante.

Dans cet état, le fromage doit être consommé immédiatement, car il s'altère promptement et acquiert une saveur désagréable.

Fromage de Hollande (variété d'Édam). — Pour obtenir ce fromage, on coagule le lait qui vient d'être tiré, et l'on introduit le caillé rompu dans des moules ou formes de bois percées d'un trou qui facilite l'égouttage. Chaque jour, en retournant le moule, on enlève le caillé et on le saupoudre de 60 grammes de sel fin, puis on le replace dans sa forme. Lorsque cette opération a été répétée douze à quinze fois, le fromage est mis dans une autre forme, où il subit une pression de 25 kilogrammes ; on le laisse ensuite pendant quatre semaines au séchoir, en ayant soin de le retourner tous les jours ; enfin on le livre au commerce.

Fromage de Gruyère. — La traite du soir est écrémée, puis mélangée le lendemain matin avec la nouvelle traite. On porte la masse à la température de 30°, et, en l'agitant sans cesse, on y verse la présure qui détermine la coagulation dans l'espace de vingt minutes environ. Le caillé est ensuite brisé avec un tranchant de bois et réduit en pulpe à l'aide d'un *brassoir* (branche de sapin dont on a conservé plusieurs rameaux). Cette opération s'exécute en déterminant un mouvement de rotation irrégulier dans la masse, pendant qu'on l'échauffe de manière à porter en vingt minutes sa température jusqu'à 33°. Au bout de ce temps, on laisse refroidir en continuant à brasser pendant un quart d'heure, puis on cesse le mouvement giratoire : le caillé se dépose sous forme de gâteau ; on l'enlève au moyen d'un linge de toile que l'on fait passer au-dessous, et on l'introduit ainsi enveloppé de toile dans des formes où il subit l'action de la presse.

Au sortir de la presse, le fromage est saupoudré de sel bien sec, qui absorbe l'humidité et passe à l'état de gouttelettes aqueuses. On étend également la saumure sur tout le fromage, et lorsqu'elle est absorbée, on répète l'opération avec de nouveau sel. La salaison est complète quand

la croûte du fromage, qui prend peu à peu une teinte rousse, devient assez consistante pour n'être plus pénétrée par la saumure et conserve une humidité surabondante.

Fromage de Roquefort. — Ce fromage se prépare de la manière suivante : On réunit la traite du soir à celle du matin, et, après avoir délayé dans la masse une cuillerée de présure par 100 litres de lait, on attend que la coagulation soit complète, ce qui demande environ deux heures. Alors on brasse le caillé, on le pétrit, et on l'exprime de manière à le transformer en une pâte assez consistante, que l'on introduit dans une éclisse perforée à son fond. Cette pâte, fortement comprimée dans l'éclisse à l'aide de poids, perd en douze ou quinze heures les dernières traces de petit-lait qu'elle renferme. On l'essuie avec un linge, on l'entoure de grosse toile, puis on la porte au séchoir, où elle reste quinze jours.

Lorsque cette pâte est sèche, on l'envoie à dos de mulet aux célèbres caves de Roquefort, où la fabrication du fromage se termine. On a cru longtemps que les caves de Roquefort jouissaient de propriétés particulières, et que, par suite, la fabrication du fromage de ce nom était impossible dans toute autre localité. Mais il est bien reconnu aujourd'hui que les qualités de ces caves ne sont dues qu'à leur fraîcheur et à leur parfait aérage; aussi est-on parvenu à fabriquer, dans les environs de Paris, un fromage façon Roquefort d'excellente qualité.

Aussitôt après leur arrivée aux caves, les fromages sont saupoudrés de sel sur l'une de leurs faces et placés sur des tablettes. Le lendemain, on les retourne et on les sale de l'autre côté; au bout de deux jours, on les essuie avec un morceau de drap et on les racle avec un couteau. Les raclures sont réunies en boules que l'on vend à bas prix dans le pays.

Quand la salaison est suffisante, on empile les fromages au nombre de dix à douze, et on les laisse fermenter pendant deux mois, en enlevant, tous les quinze jours, les moisissures et les efflorescences qui se produisent à leur surface.

Après cette fermentation, le fromage, qui a acquis la dureté et la saveur caractéristiques de son espèce, peut être livré au commerce.

On doit à M. Blondeau une étude théorique sur la préparation du fromage de Roquefort. Il a analysé le caséum, tel qu'on l'apporte dans les caves pour l'y laisser séjourner. La portion analysée immédiatement avant l'introduction dans les caves présentait la composition suivante :

Caséum	85,43
Matière grasse	1,85
Acide lactique	0,88
Eau	11,84
	100,00

La matière grasse contenait de l'acide oléique et de l'acide margarique.

Après un mois de séjour dans les caves, le fromage avait complétement changé d'aspect : le caséum avait pris l'apparence d'un corps gras ; sa saveur était douce et agréable et son odeur à peine sensible. Soumise à l'analyse, cette portion donna les résultats qui suivent :

Caséum	61,33
Matière grasse	16,12
Chlorure de sodium	4,40
Eau	18,15
	100,00

Ce résultat démontre que le séjour dans les caves a pour effet d'augmenter la quantité de matière grasse.

Après deux mois de séjour dans les caves, le fromage possédait une faible odeur ; une quantité beaucoup plus considérable de matière grasse s'était formée aux dépens du caséum, comme le montre l'analyse :

Caséum	63,28
Matière grasse	32,31
Acide butyrique	0,67
Chlorure de sodium	4,45
Eau	19,16
	99,87

La substance grasse contient de la margarine accompagnée d'un autre corps gras plus soluble qu'elle dans l'alcool, et qui est de l'oléine. L'eau dans laquelle on fait bouillir le fromage contient de l'acide butyrique.

Le caséum qui a séjourné deux mois dans les caves s'est donc transformé en partie en une matière grasse qui est un mélange d'oléine, de margarine et d'acide butyrique dans les proportions suivantes :

Caséum	43,28
Margarine	18,30
Oléine	14,00
Acide butyrique	0,67
Chlorure de sodium	4,45
Eau	19,30
	100,00

Les corps gras qu'on rencontre dans le beurre sont formés eux-mêmes d'oléine et de margarine, à peu près dans les mêmes proportions ; ce qui porterait à penser que ces matières grasses prennent naissance dans l'économie, aux dépens du caséum.

Une quatrième analyse, faite sur un fragment de fromage de Roquefort conservé pendant un an dans les caves, donna pour résultat :

Caséum	40,23
Margarine	16,85
Oléine	1,48
Chlorure de sodium	4,45
Eau	15,16
	78,17

Les substances qui manquent dans ce total se trouvent en dissolution dans l'eau, à l'état de sels d'ammoniaque à acides homologues de l'acide butyrique ; ce sont :

Butyrate d'ammoniaque	5,62
Caproate d'ammoniaque	7,31
Caprylate d'ammoniaque	4,18
Caprate d'ammoniaque	4,21
	21,32

C'est particulièrement au caprate d'ammoniaque que le fromage de Roquefort doit sa saveur piquante particulière.

Ces acides se retrouvent également dans le beurre rance, avec cette différence qu'ils y sont à l'état de liberté.

Ces différentes transformations de caséum se produisent sous l'influence de la végétation d'un mycoderme du genre *Penicillum*, qui se développe à la surface du fromage. Celui-ci, lorsqu'il est placé dans les caves, ne tarde pas à se recouvrir d'un duvet blanc et soyeux ; la transformation du caséum ne s'observe point lorsque le développement de ce mycoderme n'a pas lieu. Le mycoderme a besoin, pour se développer, de s'approprier de l'ammoniaque, de l'eau et du carbone ; il emprunte ces différents principes au caséum qui, ayant ainsi perdu une partie de ses éléments, se transforme en matière grasse.

(M. Blondeau, *Annales de chim. et phys.*, 4e série, t. I, p. 208.)

Certains insectes, tels que le ciron, les larves des mouches, s'introduisent dans le fromage et le dévorent. La présence de ces animaux dans le fromage cause généralement beaucoup de répugnance ; cependant quelques personnes préfèrent le fromage ainsi attaqué, parce que sa saveur est plus relevée.

SPERME.

Le sperme, ou liqueur séminale des animaux, est visqueux et opalin ; il devient jaunâtre en se desséchant. Son odeur particulière se rapproche de celle du pollen de certains arbres. Sa densité est plus grande que

celle de l'eau. Il est coagulé par l'alcool. Les acides le dissolvent, et le laissent ensuite précipiter, lorsqu'on les sature par un alcali.

Quand on examine le sperme au microscope, on y découvre une foule d'animalcules (spermatozoïdes) nageant dans un liquide incolore. La forme des spermatozoïdes est à peu près constante chez les animaux : leur tête ronde, ovoïde ou piriforme, se trouve liée à un corps présentant l'aspect d'un fil qui s'amincit à l'une de ses extrémités. Chez l'homme :

La tête du spermatozoïde a	de $0^{mm},00429$ à $0^{mm},00564$ de longueur. de $0^{mm},00158$ à $0^{mm},00293$ de largeur.
Son corps a.....	de $0^{mm},04061$ à $0^{mm},04512$ de longueur.

(M. Lehmann.)

Les spermatozoïdes sont formés d'une substance albumineuse qui contient beaucoup de phosphates et 4 pour 100 d'une matière grasse particulière. Ils peuvent vivre quelque temps dans la liqueur séminale avec laquelle ils ont été sécrétés, et dans l'urine dont ils proviennent; mais ils périssent rapidement dans l'urine d'un autre animal. Ils se dissolvent dans les carbonates alcalins et se putréfient difficilement.

L'examen microscopique fait découvrir dans la liqueur séminale, outre les spermatozoïdes, des débris de cellules épithéliales, des corpuscules muqueux et des granules blancs, connus sous le nom de *granules séminaux*.

La liqueur incolore dans laquelle se trouvent ces diverses substances renferme différents sels minéraux : on y rencontre surtout du chlorure de sodium, des phosphates alcalins et alcalino-terreux. Elle se prend en gelée peu de temps après son émission. Ce phénomène est dû à la présence d'une matière organique qui a été nommée *spermatine*.

La spermatine ne se coagule pas sous l'influence de la chaleur; elle devient insoluble dans l'eau par la dessiccation.

Les expériences faites jusqu'à ce jour ont prouvé que la propriété fécondante de la liqueur séminale appartient seulement aux spermatozoïdes. (MM. Dumas et Prévost.)

Lorsqu'on évapore la liqueur séminale, elle laisse 10 pour 100 d'un résidu jaunâtre et inodore qui présente la composition suivante :

Matière animale.....	60
Phosphate de chaux.....	30
Soude.....	10
	100

(Vauquelin.)

La coloration jaune que prend le sperme en se desséchant permet de reconnaître les taches de ce liquide sur le linge. Il suffit, du reste, de chauffer légèrement le tissu pour que les taches se colorent en jaune foncé.

EAU DE L'AMNIOS.

Le fœtus est placé dans un sac ovoïde, dont la paroi sécrète cont nuellement un liquide nommé *eau de l'amnios.*

L'eau de l'amnios est lactescente, d'une odeur fade et d'une saveu salée; sa densité est 1,005. Elle verdit le sirop de violette et devient plu transparente par l'addition des acides. Les alcalis, l'alcool et le tanni produisent des précipités blancs dans l'eau de l'amnios. Ce liquide pr sente la composition suivante :

Eau	98,85
Albumine et matière extractive azotée	0,60
Chlorures de potassium et de sodium, sulfate de soude, phosphates de soude et de chaux, carbonate de soude.	0,55
	100,00

(M. Lassaigne.)

D'après Berzelius, l'eau de l'amnios renferme un fluorure.

EAU DE L'ALLANTOÏDE.

L'eau de l'allantoïde de la vache a été examinée par M. Lassaigne, q a trouvé dans cette liqueur une grande proportion d'allantoïne, ur matière mucilagineuse azotée, de l'acide allantoïque, de l'acide lactiqu du chlorhydrate d'ammoniaque, du chlorure de sodium, du sulfate d soude, des phosphates de soude, de chaux et de magnésie.

SÉCRÉTIONS CUTANÉES.

Les sécrétions cutanées, parmi lesquelles peuvent être rangés l smegma du prépuce et l'enduit caséeux du fœtus, sont formées princi palement de cellules épithéliales, de cellules épidermiques et de co puscules particuliers contenant, outre des granules colorés, une certain quantité de matières grasses. On y trouve aussi une substance album noïde peu connue et divers sels minéraux.

Le smegma du prépuce de l'homme contient un savon ammoniac et de la cholestérine. Celui du cheval renferme de l'acide hippurique de l'acide benzoïque.

SUEUR.

Les glandes sudorifères sécrètent, outre de l'azote et de l'acide ca bonique, un produit nommé *sueur.*

La sueur est un liquide acide qui a la composition suivante :

Matières insolubles dans l'eau, consistant pour la plupart en sels calcaires	2
Matière animale soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et sulfates	21
Matières solubles dans l'alcool aqueux (chlorure de sodium et osmazôme)	48
Matières solubles dans l'alcool anhydre (osmazôme, acide lactique et lactates)	29
	100

(Berzelius.)

Il existe encore dans la sueur du chlorhydrate et du lactate d'ammoniaque.

Anselmino a trouvé dans les cendres de la sueur des carbonates, des sulfates, des phosphates de potasse et de soude, du chlorure de sodium, du phosphate et du carbonate de chaux, et des traces d'oxyde de fer.

La sueur renferme aussi de l'urée, de l'acide formique, de l'acide acétique, de l'acide butyrique et un acide particulier, l'*acide sudorique* ou *hidrotique*, découvert par M. Favre, et qui a pour formule $C^{10}H^{8}AzO^{13}$.

Certaines substances présentent la propriété de passer dans la sueur: tels sont l'acide benzoïque, l'acide cinnamique et l'iodure de potassium.

M. Bizio, en examinant une sueur bleue provenant d'un malade qui éprouvait depuis de longues années des tremblements de muscles, y a trouvé une matière bleue qui présentait tous les caractères de l'indigo. La présence de ce corps dans l'économie a du reste été signalée, comme nous l'avons vu, dans le sang et dans l'urine.

SUINT.

Les glandes sébacées sécrètent une matière grasse nommée *suint*, qui se répand sur la peau, les poils, les plumes des animaux, et les préserve jusqu'à un certain point du contact de l'eau.

Le suint provenant de l'homme n'a pas encore été examiné, parce qu'il est extrêmement difficile d'en recueillir une quantité suffisante pour l'étudier, mais on connaît bien les propriétés du suint des bêtes à cornes.

La composition du suint de mouton est complexe : on y trouve en effet, outre certaines substances solubles dans l'eau, deux matières grasses insolubles, qui ont reçu les noms de *stéarérine* et d'*élœérine*.

La stéarérine est solide et amorphe; elle fond à 60° environ; les liqueurs alcalines étendues ne lui font subir aucune altération. Elle donne un acide particulier, l'*acide stéarérique*, quand on la fait bouillir longtemps avec une dissolution concentrée de potasse : il ne paraît pas

se former de glycérine ou de corps analogue pendant cette transfo mation.

L'élaërine est oléagineuse ; elle se convertit en un acide nouvea l'*acide élaërique*, sous l'influence des dissolutions concentrées de p tasse. (M. CHEVREUL.)

M. Chevreul a trouvé, dans le suint de la laine de mouton et d'alpac de l'oxalate de chaux. Le suint de mouton présente une réaction alc line ; celui des chèvres alpaca possède, au contraire, une réaction acid Ces suints renferment en outre des silicates alcalins, de l'acide valéri nique, ainsi qu'un autre acide qui lui ressemble, du chlorure de pota sium, des sels de potasse, deux acides nouveaux, et des matièr grasses particulières qui ne font pas partie de celles que l'on rencont dans le suif de mouton; l'un de ces corps gras est cristallisable.

(M. CHEVREUL, *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 130.)

LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN.

Le canal vertébral renferme un liquide connu sous le nom de *liqui céphalo-rachidien*.

Ce liquide présente la composition suivante :

	Homme.	Cheval.
Eau	98,564	98,180
Matière azotée odorante	0,474	1,104
Albumine	0,088	0,035
Phosphate et carbonate de chaux	0,017	0,009
Chlorure de sodium	0,081	0,610
Phosphate de soude, matière animale, soude libre	0,036	»
Carbonate de soude	»	0,060
	99,260	99,198

(M. LASSAIGNE.)

SYNOVIE.

Les articulations sont entourées d'une membrane mince qui sécr continuellement un liquide particulier nommé *synovie*, destiné à endre continuellement humide et glissante.

La synovie extraite de l'articulation du bœuf est visqueuse, d'un bl verdâtre, d'une saveur salée et d'une odeur qui ressemble à celle du de grenouille. Elle devient gélatineuse quelque temps après son extr tion, reprend ensuite sa première consistance, perd enfin sa viscos et laisse déposer une matière gluante. La synovie de l'homme offre l'analogie avec celle du bœuf. Elle renferme :

Une matière grasse,
De l'albumine,

Une substance animale soluble dans 'eau,
De la soude,
Des chlorures de sodium et de potassium,
Du phosphate et du carbonate de chaux.

(MM. LASSAIGNE et COISSEL.)

On a trouvé dans la synovie du cheval :

Eau	92,80
Albumine	6,40
Matières extractives, chlorure de sodium, carbonate de soude et phosphate de chaux	0,75
	100,00

(JOHN.)

LIQUIDES DE L'ŒIL.

Humeur aqueuse. — Les chambres extérieures et postérieures de l'œil contiennent un liquide nommé *humeur aqueuse*, dont la densité est égale à 1,0053, et qui renferme :

Eau	98,10
Chlorure de sodium et lactate de soude	1,15
Soude	0,75
	100,00

(BERZELIUS.)

On y trouve en outre une petite quantité d'albumine et de matière animale soluble dans l'eau.

L'humeur aqueuse se produit continuellement et s'écoule au dehors lorsque la cornée a été perforée. On la distingue ainsi de l'humeur vitrée, qui se trouve emprisonnée dans la cellule d'une membrane déliée nommée *membrane hyaloïde*.

Humeur vitrée. — L'humeur vitrée est placée derrière le cristallin. Cette humeur est incolore et d'une saveur salée. Elle prend une teinte opaline par l'ébullition ; elle contient :

Eau	98,40
Lactates et chlorures alcalins	0,16
Soude et matière animale	1,42
	100,00

(BERZELIUS.)

L'âge et les maladies exercent une certaine influence sur la composition de l'humeur vitrée. Ainsi, chez le fœtus, cette liqueur est rougeâtre ; elle renferme du sang. Il n'est pas rare de la voir colorée en jaune chez

les vieillards. On a trouvé dans l'humeur vitrée d'un cheval aveug une matière colorante jaune particulière et 8 pour 100 d'albumine.

(M. LASSAIGNE.)

LARMES.

Les glandes lacrymales sécrètent un liquide incolore ou légèreme jaunâtre, qui renferme :

Eau	96
Soude, phosphates de chaux et de soude, chlorure de sodium, mucus	4
	100

(VAUQUELIN et BRANDES.)

Les larmes ont pour fonction d'entretenir l'humidité de la corné qui perdrait sa transparence en se desséchant. Elles coulent continu lement, arrivent au bord interne de la paupière inférieure de l'œil, d' les *points lacrymaux* les pompent et les conduisent dans une espèce sac, nommé *sac lacrymal*. De là elles se répandent sur la membra muqueuse du nez, où elles s'évaporent sous l'influence du courant gaze provenant de la respiration.

CÉRUMEN DES OREILLES.

Ce produit, sécrété depuis peu, est liquide et de couleur jaune, m il brunit bientôt au contact de l'air et acquiert alors la consistance miel.

Le cérumen des oreilles est soluble en partie dans l'alcool ; la porti dissoute, étant isolée par évaporation, présente l'aspect d'un ver brillant de couleur jaune foncé. Ce résidu est inodore, amer, solul dans l'eau.

La partie insoluble dans l'alcool possède une saveur piquante; e cède à l'eau une matière d'un jaune pâle, encore peu connue.

L'éther enlève au cérumen un mélange de stéarine et d'oléine. mélange, traité par des alcalis, donne un savon dont l'odeur est d agréable.

On trouve dans le cérumen :

Un mucus albumineux,
Une matière grasse,
Un principe colorant amer,
De la soude,
Du phosphate de chaux. (VAUQUELIN.)

MUCUS.

Les membranes muqueuses sécrètent continuellement une matière particulière nommée *mucus*.

Le mucus est demi-fluide, inodore et d'une saveur fade. Il se compose d'un liquide visqueux et de cellules épithéliales qui s'y trouvent en telle quantité, qu'on distingue difficilement le liquide interposé. La composition du mucus varie dans les différentes parties du corps.

Lorsqu'on examine le mucus au microscope, on y découvre des globules incolores se rapprochant par leur forme de ceux du sang. La proportion de ces globules est très-faible dans le mucus normal, mais elle augmente considérablement par l'irritation et l'inflammation des membranes muqueuses.

Les propriétés du mucus sont dues à une substance nommée *mucine*, qui n'est pas encore bien connue. La mucine paraît se dissoudre dans l'eau; elle est précipitée par l'alcool et les acides étendus, mais elle ne se coagule pas sous l'influence de la chaleur, caractères qui la distinguent de l'albumine.

D'après M. Städeler, le mucus animal se rapproche de la substance cornée, car, traité par l'acide sulfurique étendu, il donne à peu près autant de tyrosine que cette dernière.

Il n'existe pas d'albumine dans le mucus normal; la graisse ne s'y trouve qu'en petite quantité; la fibrine, les cellules granulées (globules inflammatoires) s'y rencontrent seulement pendant les affections des membranes muqueuses.

Parfois aussi le mucus renferme des vibrions et des cryptogames microscopiques.

Lorsqu'on soumet le mucus à l'incinération, il laisse des cendres composées de chlorure de sodium, de phosphates, de sulfates, de carbonates à base d'alcali et de phosphates alcalino-terreux.

Voici la composition élémentaire de la partie organique du mucus :

Carbone	52,41
Hydrogène	6,97
Azote	12,82
Oxygène Soufre	27,80
	100,00

(M. Scheerer.)

Les fonctions du mucus consistent à protéger les membranes muqueuses contre l'action directe des agents extérieurs, et à entretenir leur humidité.

Nous indiquerons maintenant les caractères particuliers des diverses espèces de mucus.

Mucus buccal.

Le mucus buccal est blanc, insoluble dans l'eau, dans les acides sulfurique et acétique, soluble en presque totalité dans la potasse. La partie qui ne se dissout pas dans cet alcali est soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'acétate de plomb précipite les dissolutions de mucus buccal; le tannin et le bichlorure de mercure n'y produisent aucun trouble. Dans certaines circonstances, le mucus buccal se putréfie à l'air et communique alors à la salive une réaction acide. (BRANDES.)

On se procure facilement ce mucus en écrasant les glandes salivaires avec du verre pilé, extrayant plusieurs fois par l'eau froide pour enlever l'albumine et les matières analogues, et continuant ensuite le traitement par l'eau froide. On filtre les liqueurs et l'on y ajoute de l'acide acétique; quand tout l'alcali est neutralisé, le mucus se dépose en épais flocons que l'on sépare de la liqueur et qu'on lave à l'alcool et à l'éther.

Ce mucus est élastique comme la fibrine du sang.

Le mucus des glandes salivaires ne paraît pas différer essentiellement de celui des muqueuses.

(M. STADELER, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 112.)

Mucus des narines.

Ce mucus est alcalin. Il renferme :

Eau	933,7
Matière muqueuse	53,3
Chlorures de sodium et de potassium	5,6
Lactate de soude et matière animale	3,0
Soude	0,9
Phosphate de soude, matière animale, albumine	3,5
	100,0

(BERZELIUS.)

Mucus du tube digestif.

Mucus de l'œsophage. — Ce mucus est neutre jusqu'au cardia, pendant la digestion.

Mucus intestinal. — Le mucus intestinal est ordinairement alcalin, mais il s'acidifie dans certaines maladies. (M. DONNÉ.)

Mucus de la trachée. — Le mucus de la trachée présente la composition suivante :

	Mucus humide.	Mucus desséché.
Eau	955,280	»
Mucilage	23,754	53,405
Extrait aqueux	8,006	18,000
Extrait alcoolique	1,810	4,070
Graisse	2,887	6,490
Chlorure de sodium	5,825	13,095
Sulfate de soude	0,400	0,880
Carbonate de soude	0,198	0,465
Phosphate de potasse ferrugineux	0,974	0,180
Phosphate de soude	0,080	2,190
Carbonate de potasse	0,291	0,655
Acide silicique et sulfate de potasse	0,255	0,570
	999,760	100,000

(M. Vasse.)

Mucus de la vésicule du fiel.

Ce mucus est jaunâtre, transparent, soluble dans les alcalis, coagulable par l'alcool et les acides.

Mucus de l'urine.

L'urine détache le mucus qui couvre la face intérieure de la vessie, l'entraîne au dehors et le laisse déposer par le repos.

Ce mucus est ordinairement invisible dans l'urine, parce qu'il présente la même réfrangibilité que ce liquide. Si l'on filtre l'urine encore chaude d'un individu resté longtemps assis, le mucus reste sur le filtre, où il forme, en se desséchant, une couche brillante analogue à un vernis. La même urine, filtrée après son refroidissement, donne un dépôt de mucus rempli de petits cristaux d'urate d'ammoniaque.

Le mucus de l'urine se dissout en partie dans l'acide azotique et dans l'acide acétique; les dissolutions précipitent par le tannin. Il est soluble sans résidu dans les alcalis et ne se dépose pas lorsqu'on neutralise la liqueur par un acide.

LIQUIDES DES MEMBRANES SÉREUSES.

Les membranes séreuses sécrètent continuellement des liquides qui les humectent et entretiennent leur élasticité.

Ces liquides ne sont pas identiques. Toutefois ils contiennent tous de l'albumine, du mucus, une matière fibrineuse et de la soude. Leur réaction est alcaline. Ils s'acidifient pendant les inflammations des membranes séreuses.

Dans l'état de santé, les liquides des membranes séreuses s'écoulent en trop petite quantité pour qu'il soit possible de les recueillir; mais

dans certaines maladies, les orifices des vaisseaux lymphatiques s'obstruent, alors ces liquides s'amassent et déterminent l'hydropisie enkystée.

L'analyse des différentes liqueurs hydropiques a été faite par un grand nombre de chimistes. Nous donnerons ici les résultats qu'ils ont obtenus.

Analyse de la sérosité des ventricules du cerveau.

Eau	87,5
Albumine et quelques traces de matières grasses	8,0
Chlorures de sodium, de potassium, carbonate et phosphate de soude	3,5
Phosphate de chaux	1,0
	100,00

(M. Lassaigne.)

Analyse du liquide d'hydropique.

Eau	92,30
Albumine	6,67
Carbonate de soude Chlorure de sodium Urée	0,61
Carbonate de chaux	0,11
Mucus	0,31
	100,00

(M. Vogel.)

Analyse du liquide de l'hydrocéphale.

Albumine	0,12
Substance incoagulable	0,28
Sels, particulièrement chlorure de sodium	1,00
Eau	98,60
	100,00

(M. Bostock.)

Analyse du liquide de l'hydrocéphale.

Mucus avec une trace d'albumine	0,112
Soude	0,124
Chlorure de sodium	0,664
Chlorure de potassium et sulfate de potasse	traces
Phosphate de chaux	»
Phosphate de magnésie	»
Phosphate de fer	0,020
Eau	99,080
	100,080

(M. Marcet.)

Analyse du liquide de l'ascite de l'homme.

Albumine	2,26
Mucus	0,25
Soude	0,19
Chlorure de sodium	0,60
Chlorure de potassium et sulfate de potasse Phosphate de chaux Phosphate de magnésie	traces
Phosphate de fer	0,05
Eau	96,65
	100,00

(M. Marcet.)

Analyse du liquide d'hydropique.

Albumine	2,38
Urée	0,42
Chlorure de sodium	0,81
Carbonate de soude	0,21
Phosphate de soude avec des traces de sulfate de soude	0,06
Substance muqueuse	0,89
Eau	95,23
	100,00

(M. Marchand.)

Analyse du liquide de l'hydrocèle.

Albumine avec un peu de mucus	7,15
Soude et sels	0,85
Eau	92,00
	100,00

(M. Marcet.)

Sérosité des vésicatoires.

Albumine coagulable	5,25
Albumine plus soluble dans l'eau	0,50
Sels	0,26
Eau	93,99
	100,00

(Brandes et Reimann.)

HUILE FÉTIDE DU PUTOIS.

Il existe entre la queue et l'anus du putois une petite vésicule dans laquelle on trouve un liquide oléagineux, que l'animal lance lorsqu'il est poursuivi, dans le but d'écarter ses ennemis.

Ce liquide est d'un jaune d'or, d'une odeur insupportable, insoluble

dans l'eau et soluble dans l'alcool. Il tache le papier à la manière des huiles grasses, et brûle avec une flamme bleuâtre en dégageant de l'acide sulfureux.

La liqueur fétide du putois est formée par le mélange d'une huile grasse inodore avec une essence sulfurée odorante et volatile. Elle renferme aussi une petite quantité d'hydrogène sulfuré et de sulfhydrate d'ammoniaque. (M. LASSAIGNE.)

ŒUFS.

Les premiers travaux publiés sur la constitution des œufs sont dus à MM. Dumas et Prévost. MM. Baer, Vogt, Baudrimont, Martin Saint-Ange, Gobley et d'autres savants ont publié ensuite sur cette question des recherches d'une grande importance.

L'étude des œufs a été reprise dans un travail récent, et l'on est parvenu à constater qu'il existe des différences fondamentales entre la composition des œufs des animaux, et que, sous ce nom collectif d'*œuf*, désignant le produit de l'appareil ovarien destiné à concourir à la perpétuation de l'espèce, on comprend des corps très-complexes, les plus différents les uns des autres.

Les détails que nous donnons ici sur les œufs sont extraits en grande partie de ce travail. (MM. VALENCIENNES et FREMY.)

ŒUFS D'OISEAUX.

L'œuf de l'oiseau se compose de trois parties : la *coquille*, enveloppe dure, revêtue à l'intérieur d'une membrane; le *blanc* et le *jaune*.

La coquille des œufs a été analysée par Vauquelin et Proust; elle renferme, d'après ces chimistes :

	VAUQUELIN.	PROUST.
Carbonate de chaux	89,6	91
Phosphate de chaux avec un peu de phosphate de magnésie	5,7	7
Matière animale renfermant du soufre	4,7	2
	100,0	100

A l'intérieur de la coquille est une membrane qui a pour composition :

Carbone	50,674
Hydrogène	6,608
Azote	16,761
Oxygène, Soufre	25,957
	100,000

(M. SCHERERR.)

Cette membrane laisse par l'incinération une petite quantité de cendres formées de phosphate de chaux.

Le blanc de l'œuf de l'oiseau est considéré par presque tous les chimistes comme un principe immédiat pur, quoique ce blanc contienne du carbonate de soude, des sels divers et un corps sulfuré, qui peut être séparé de l'albumine par différents réactifs, sans déterminer la décomposition de cette substance.

En examinant le blanc retiré des œufs de différentes espèces d'oiseaux, on reconnaît que ce corps se présente souvent avec des propriétés variables. Dans quelques espèces, il est presque fluide; dans d'autres, il possède une consistance gélatineuse. Le blanc de l'œuf de poule coagulé est opaque, et d'une couleur pure, blanche et mate. Celui du vanneau devient, après la cuisson, transparent, opalin, verdâtre, et assez dur pour qu'on puisse le tailler en petites pierres employées, dans certaines contrées de l'Allemagne, pour la bijouterie commune.

Ces caractères ne suffisent pas pour faire admettre que le blanc des œufs d'oiseaux est formé par des albumines différentes; mais ils semblent démontrer que des recherches attentives permettront de faire ressortir dans ces albumines des propriétés nouvelles qui jusqu'alors ont échappé aux chimistes.

Les cendres de 100 parties de blanc d'œuf contiennent :

Acide sulfurique	0,29	0,05	0,18
Acide phosphorique	0,45	0,46	0,48
Chlore	0,94	0,03	0,87
Potasse et soude, en partie à l'état de carbonate	2,02	2,83	2,73
Chaux et magnésie, id.	0,30	0,35	0,33
Poids des cendres pour 100 parties de blanc d'œuf	4,00	3,72	4,59

(Proust.)

Le jaune de l'œuf d'oiseau est formé par un liquide visqueux, tenant en suspension une matière grasse phosphorée qui présente une certaine analogie avec la graisse cérébrale. La viscosité de ce liquide est due à la présence d'une matière albumineuse qui a été découverte par MM. Dumas et Cahours, et que les chimistes ont nommée *vitelline*. La vitelline se trouve toujours, dans le jaune d'œuf d'oiseau, associée à une certaine quantité d'albumine.

Lorsqu'on expose à l'air humide le jaune de l'œuf d'oiseau, il se durcit rapidement, parce que l'humidité atmosphérique détermine la précipitation de la vitelline; aussi voit-on cette solidification se présenter, en premier lieu, sur les couches du liquide qui sont en contact avec l'air.

On peut donc dire que, abstraction faite de tous les caractères zoologiques et anatomiques que fournissent la coquille de l'œuf, sa forme et sa coloration variée, les membranes propres et formées au moment de la ponte, ou celles qui se développent pendant l'incubation; en un mot, les deux substances essentiellement constitutives, et préparées par la nature pour nourrir le poulet dans l'œuf de poule, se reconnaîtront toujours aux caractères suivants :

1° Le blanc, très-riche en substance albumineuse, est nettement séparé du jaune par la membrane vitelline.

2° Le jaune, principalement formé de matière grasse phosphorée, d'une petite quantité d'albumine, de sels divers, donne un abondant précipité de vitelline, lorsqu'on le met en suspension dans une quantité d'eau suffisante.

Cette substance, tout à fait caractéristique des œufs d'oiseaux, ne se rencontre dans aucune autre espèce d'œufs.

Nous donnons ici la composition du jaune d'œuf d'oiseau.

Eau	51,186
Vitelline	15,760
Margarine et oléine	21,304
Cholestérine	0,438
Acides margarique et oléique	7,226
Acide phosphoglycérique	1,200
Sel ammoniac	0,034
Chlorures de sodium et de potassium, sulfate de potasse	6,277
Phosphate de chaux et de magnésie	1,022
Extrait de viande	0,400
Ammoniaque, matières azotées, matière colorante, acide lactique	0,853

(M. Gobley.)

ŒUFS DE POISSONS.

Poissons à squelette cartilagineux.

Œufs de raie. — Les raies pondent des œufs protégés par une enveloppe forte et résistante, sans être toutefois calcaire. En ouvrant ces œufs, on voit un jaune abondant contenu dans une masse gélatineuse transparente qui représente le blanc de l'œuf de poule, quoi qu'il soit totalement différent. Le jaune est au milieu de cette masse, dans une des cellules transparentes du blanc, car le vitellus n'a pas de membrane vitelline assez résistante pour que l'on puisse l'observer sous le microscope, et encore moins séparer le jaune du blanc.

Le blanc gélatineux des œufs de raie ne ressemble en rien au blanc des œufs d'oiseau : il n'entre pas en dissolution dans l'eau ; il n'éprouve pas, par la chaleur ou l'action des acides, une coagulation comparable à celle de l'albumine ordinaire.

En examinant cette gelée avec soin, on reconnaît qu'elle est formée par des vésicules dont les membranes élastiques contiennent un liquide très-aqueux, et qui ne présente en dissolution que des traces d'albumine. Lorsque ces vésicules sont exposées à l'air pendant quelques jours, elles se vident en quelque sorte, perdent leur consistance gélatineuse, et produisent alors un liquide légèrement albumineux qui tient en suspension quelques membranes transparentes.

L'alcool produit également la destruction de la masse gélatineuse et détermine la coagulation des membranes.

En soumettant ce blanc d'œuf de raie à une évaporation dans le vide, on reconnaît qu'il ne contient que des traces de substances organiques.

On voit donc que ce blanc d'œuf, en proportion très-faible par rapport au jaune, diffère, sous le rapport de sa composition, du blanc de l'œuf d'oiseau. L'étude du jaune de l'œuf de raie établit du reste des différences encore plus remarquables entre les œufs d'oiseaux et ceux des poissons cartilagineux.

Lorsqu'on soumet le jaune de l'œuf de raie à un examen microscopique, on reconnaît qu'il est formé par un liquide assez fluide, tenant en suspension des gouttes d'un corps gras légèrement coloré en jaune, et une quantité considérable de petits grains blancs et transparents, d'une forme régulière, qui ont été décrits précédemment.

Œufs de torpille.— Les torpilles sont ovovivipares. L'oviducte de la mère contient des granules qui ressemblent à ceux des œufs de raie, quoique leur forme soit différente.

Œufs de roussette. — Les œufs de roussette présentent une coque dure, résistante, jaunâtre et d'apparence cornée. Le vitellus en remplit la plus grande partie. Sa membrane vitelline est encore plus difficile à voir que celle des œufs de la raie : le blanc est plus visqueux, les membranes qui le contiennent sont beaucoup plus délicates; le liquide cependant ne renferme aussi que des traces d'albumine. L'alcool produit de même la destruction de la masse gélatineuse, en déterminant la coagulation de ces membranes.

On voit donc que le blanc d'un œuf de roussette ressemble beaucoup à celui d'un œuf de raie.

Le jaune de cet œuf présente aussi une grande ressemblance avec celui d'un œuf de raie. Le liquide très-fluide qui le compose tient en suspension des gouttelettes d'huile jaunâtre, et une quantité de petits grains blancs transparents, d'une forme régulière, mais différente de celle des granules des diverses espèces de raies.

Œufs de milandre.— Si les roussettes présentent les mêmes conditions ovologiques que les raies, les autres squales en offrent avec les torpilles, car ils sont comme celles-ci, ovovivipares.

La coque des œufs de milandre est formée d'une membrane mince comme de la baudruche. Elle contient des granules ayant une forme différente de celle des granules de raies, mais cependant visiblement analogue.

Œufs de l'ange. — Le vitellus de l'œuf de l'ange contient une matière grasse divisée en gouttelettes, nageant dans un liquide visqueux et albumineux, avec un grand nombre de granules d'une forme spéciale et en grande abondance.

En résumé, le vitellus d'un œuf de poisson cartilagineux est formé par un liquide albumineux, tenant en dissolution quelques sels miné-

raux, principalement des chlorures et des phosphates, et en suspensio des grains blancs de forme constante et régulière dans chaque espèc mais variable d'une espèce à l'autre, et mélangés à une petite quanti de graisse phosphorée.

Cette matière grasse est soluble dans l'alcool et l'éther; elle form avec l'eau, une sorte de mucilage; elle présente de l'analogie avec l'aci gras qui existe dans le cerveau, l'acide oléophosphorique.

Quant aux grains blancs, ils constituent un principe immédiat no veau, l'*ichthine*, dont nous avons déjà fait connaître les propriétés et composition.

Poissons osseux.

Œufs de carpe. — Lorsqu'on étudie sous le microscope un ovule carpe peu avancé, on reconnaît que le liquide tient en suspension bea coup de gouttelettes de graisse légèrement colorée, au milieu desquell on voit nager des granules transparents en tablettes qui rappellent to à fait ceux du vitellus de la raie.

Ces granules diffèrent cependant de ceux de l'ichthine. Ils constitue un principe immédiat nouveau, nommé l'*ichthidine*.

Il existe en outre dans ces œufs un autre principe immédiat, qui reçu le nom d'*ichthyline*.

Les propriétés de l'ichthidine et de l'ichthyline ont déjà été étudiée

L'ichthyline se rencontre aussi dans les œufs du bar (*Labrax lupu* du muge à grosses lèvres (*Mugil chelo*, Nob.), du maquereau (*Scomb scombrus*), du turbot (*Pleuronectes maximus*, Lin.), de la sole commu (*Pleuronectes solea*, Lin.), de la sole bretonne (*Solea armorica*, Val.), saumon.

Quand on examine ces œufs à l'état d'ovules et après leur entier dév loppement, on reconnaît que leur composition subit des modificatio profondes pendant le séjour qu'ils font dans l'oviducte. En effet, les œ de carpe entièrement formés ne contiennent plus de traces d'ichthidin l'ichthyline disparaît aussi peu à peu, et quand ils sont devenus tou fait transparents, ils ne renferment plus qu'une liqueur fortement alb mineuse tenant en suspension de la graisse phosphorée.

Il paraît donc démontré que la composition des œufs change avec l'à de leur développement.

Œufs de saumon. — Les œufs de saumon ne contiennent pas de grai rectangulaires solubles dans l'eau. Ils renferment beaucoup d'ichthyli et fort peu d'albumine. Leur couleur jaune rougeâtre est due à la p sence d'une quantité considérable d'huile phosphorée.

Soumis à la cuisson, ils deviennent opaques, mais en restant toujo mous, même en les tenant dans l'eau bouillante. Cela se comprend, pa qu'ils ne renferment qu'une quantité très-faible d'albumine. Leur o cité est causée par l'eau introduite dans leur intérieur, qui déterm alors la précipitation de l'ichthyline.

Œufs de l'anguille. — Les œufs, ou plutôt les ovules de l'anguille, contiennent peut-être encore plus de graisse que les œufs de saumon. Ils ne paraissent pas avoir plus d'albumine, car ils ne durcissent pas par l'ébullition; ils ne renferment pas la moindre trace d'ichthidine.

On voit donc que les œufs de poissons contiennent des substances insolubles dans l'eau, l'ichthine, l'ichthidine et l'ichthyline (voy. page 473), qui ont des propriétés différentes de la vitelline des oiseaux. L'albumine des œufs de poissons paraît être également différente de celle des œufs d'oiseaux.

En effet, l'albumine des œufs de certains poissons se dissout sans aucune coloration dans l'acide chlorhydrique, et elle commence à se coaguler vers 45°, tandis que l'albumine des œufs d'oiseaux se dissout, comme on sait, dans l'acide chlorhydrique, en donnant au liquide une couleur bleue violacée, et elle ne se coagule que vers 60°.

On a fait des tentatives pour remplacer, dans l'industrie des toiles peintes, l'albumine des œufs d'oiseaux par l'albumine des œufs de poissons, notamment des œufs de hareng; ces tentatives n'ont pas eu le succès désiré.

ŒUFS DE REPTILES.

Œufs de tortue. — Les œufs de tortue se composent d'un blanc gélatineux peu abondant, à peine albumineux, enfermé dans les cellules des grandes membranes transparentes. Le jaune, très-riche en albumine, contient en outre une quantité considérable d'huile phosphorée, et de plus, des grains particuliers constituant un nouveau principe immédiat, nommé *émydine,* dont nous avons déjà décrit les propriétés.

Œufs de lézard. — La composition des œufs du lézard vert piqueté et de ceux du lézard des souches présente une certaine ressemblance avec celle du jaune des œufs d'oiseaux. On n'y trouve pas de grains d'ichthine ou d'émydine.

Œufs de couleuvre. — Le vitellus des œufs de couleuvre est à peine entouré d'une couche très-mince d'albumine. Le jaune est formé d'albumine et de graisse phosphorée, et il paraît laisser précipiter de la vitelline lorsqu'on l'étend d'eau.

Œufs de vipère. — Les œufs de la vipère commune diffèrent, sous plusieurs rapports, de ceux de la couleuvre.

Ils contiennent un blanc qui est semblable à celui des œufs de la raie, d'une consistance gélatineuse; il est formé par des membranes élastiques, hyaloïdes, retenant une eau légèrement albumineuse.

Le jaune d'œuf de vipère se présente, comme celui de la couleuvre, sous l'aspect d'un liquide très-albumineux, tenant en suspension une quantité considérable de graisse; lorsqu'on met ce jaune en contact

avec l'eau, il s'épaissit peu à peu et devient bientôt complétement gélatineux. Ce changement d'état dans la liqueur est dû à un corps semblable à la vitelline, qui, se trouvant d'abord en dissolution dans l'albumine, devient insoluble par l'action lente de l'eau, et finit par la faire prendre en gelée.

ŒUFS DE BATRACIENS.

Œufs de grenouille. — La matière gélatineuse des œufs de grenouille se compose d'un tissu de membranes hyaloïdes, contenant de l'eau absorbée peu après la ponte. Elle se modifie par la cuisson, devient légèrement opaline, et le vitellus durcit, ce qui donne la preuve de l'existence de l'albumine.

Le vitellus est noirci par un pigment noir propre à ces œufs et colorant la membrane vitelline, qui est excessivement mince : il contient dans son liquide une très-petite quantité de matière grasse réunie en gouttelettes transparentes, une matière qui se présente sous le microscope comme un pointillé noir d'une extrême ténuité, et enfin une grande quantité de granules vitellins d'une excessive petitesse, transparents, de forme variable, mais plus communément arrondis, insolubles dans l'eau et solubles dans l'acide acétique.

Les œufs des *tritons* offrent la même composition. La matière blanche extérieure est semblable à celle de l'œuf de la grenouille.

Le vitellus, citron ou vert, suivant les individus, contient de la graisse et un nombre considérable de granules vitellins arrondis, qui ont été étudiés dans l'œuf pris dans l'oviducte près d'être pondu, et dans l'ovule encore renfermé dans l'ovaire. L'examen de ces derniers prouve ce fait remarquable, que les granules vitellins grossissent avec l'âge de leur formation. Ils sont infiniment plus petits dans l'ovule que dans le vitellus de l'œuf. Ces granules sont aussi insolubles dans l'eau et solubles dans l'acide acétique. L'œuf devient dur par la cuisson dans l'eau bouillante; il contient aussi de l'albumine comme celui de la grenouille.

Les caractères que nous venons d'exposer conduisent à conclure que les granules contenus dans ces œufs sont de la nature de l'ichthine, c'est-à-dire qu'ils sont de la même nature que ceux des œufs de raie et de squale.

ŒUFS DE CRUSTACÉS.

Les œufs de crustacés ne contiennent pas d'ichthyline; leur albumine paraît différer, sous quelques rapports, de l'albumine des autres œufs. Sa coagulation ne commence que vers 74°.

ŒUFS D'ARACHNIDES ET D'INSECTES.

Les œufs de l'*araignée* contiennent de l'albumine, des corps gras et une grande quantité d'une substance précipitable par l'eau.

Les œufs de fourmis présentent les mêmes résultats.

ŒUFS DE MOLLUSQUES.

Les œufs de mollusques paraissent s'éloigner complétement, par leur composition, de ceux des autres animaux. Ainsi les œufs de colimaçon ne contiennent aucune trace de graisse; ils sont exclusivement formés par des membranes hyaloïdes renfermant un liquide visqueux incolore. Ce liquide tient en dissolution une substance organique azotée qui n'est pas de l'albumine, car elle ne se coagule pas par la chaleur, elle est précipitée par l'acide acétique, et elle se dissout dans l'acide chlorhydrique sans produire de coloration violette.

Il résulte donc des recherches entreprises sur la composition des œufs dans la série des animaux :

Que parmi les animaux vertébrés, les œufs d'oiseaux, de reptiles, de poissons, présentent dans leur composition des différences que l'analyse la plus simple permet de constater, et cependant que les œufs des sauriens et des ophidiens ont une grande analogie avec ceux des oiseaux, tandis que les œufs des batraciens se rapprochent de ceux des poissons cartilagineu .

Que les œufs d'arachnoïdes et d'insectes s'éloignent complétement, quant à leur composition, des œufs des autres animaux.

Que ceux de crustacés, organisés pour éclore dans l'eau, ne ressemblent nullement à aucun de ceux des poissons ou des autres vertébrés amphibies.

Qu'il en est de même de ceux des mollusques.

Que ces différences ne correspondent pas seulement aux classes ou aux ordres, qu'elles s'étendent jusqu'aux familles naturelles, sans même s'y arrêter, puisqu'un œuf de poisson cartilagineux n'a pas la même composition qu'un œuf de poisson osseux; mais, de plus, qu'un œuf de carpe est très-différent d'un œuf de saumon, et qu'un œuf d'ophidien, tel qu'une couleuvre, ne contient pas les mêmes principes que ceux des chéloniens.

Qu'il existe dans les œufs plusieurs principes immédiats différents : la vitelline, l'ichthine, l'ichthyline, l'ichthidine et l'émydine, que l'on désigne sous le nom générique de *substances vitellines*.

Que si la composition des divers principes immédiats est la même dans des espèces très-voisines, la forme et la grandeur des granules vitellins varient d'une manière assez appréciable pour pouvoir être reconnue et assignée à chaque espèce.

Que les substances albumineuses provenant des œufs d'oiseaux, de reptiles, de poissons, de crustacés, présentent, dans leurs propriétés chimiques et dans leur point de coagulation, des différences qui permettent de supposer que ces corps constituent des principes immédiats différents.

Qu'un œuf change de nature, que ses liquides se modifient considérablement aux différentes époques de sa formation, en se détachant de l'ovaire et en séjournant dans l'oviducte avant d'être pondu.

(MM. Ch. Valenciennes et Fremy.)

VENIN DE LA VIPÈRE.

Au-dessus de la racine des dents de la vipère se trouve un réservoir ayant une capacité suffisante pour contenir trois ou quatre gouttes de liquide extrêmement vénéneux. Lorsque l'animal mord, cette espèce de glande se comprime, le venin s'échappe par deux conduits existant à l'intérieur des dents, pénètre dans la plaie et cause la mort.

L'étude du venin de la vipère n'est pas encore complète. Nous donnons ici quelques observations faites sur ce liquide.

Fontana a examiné le venin du *Vipera Redi*. C'est un liquide mucilagineux, jaunâtre, inodore, insipide, miscible à l'eau, et qui se convertit par la dessiccation au contact de l'air, en une masse vitreuse et brillante. Ce résidu est insoluble dans l'alcool. Lorsqu'on le traite par l'eau chaude, il se gonfle peu à peu et finit par se dissoudre.

Comme le curare et la plupart des virus animaux, le venin des serpents n'agit que lorsqu'il se trouve en contact avec le sang. On peut l'avaler sans inconvénient.

ENCRE DE SÈCHE.

Ce liquide, dont on se sert en peinture, est contenu dans une vésicule particulière des animaux du genre *Sepia*.

Il laisse par évaporation un résidu noir et brillant formé par le mélange d'une substance organique nouvelle, la *mélaïne*, avec divers sels minéraux. (Bizio.)

Voici en centièmes la composition de l'encre de sèche; on voit que la mélaïne s'y trouve en forte proportion :

Substance organique (*mélaïne*)	78,00
Carbonate de chaux	10,40
Chlorure de sodium	7,00
Sulfate de soude	2,16
Mucus	0,84
Perte	1,60
	100,00

(Prout.)

La mélaïne est pulvérulente, noire, inodore, insipide, infusible, décomposable par la chaleur. Elle laisse à l'incinération un faible résidu de cendres, contenant du peroxyde de fer. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans l'acide sulfurique et les alcalis. L'acide azotique l'attaque en dégageant du bioxyde d'azote.

Pour l'obtenir, on traite par l'eau le résidu provenant de la dessiccation à l'air de l'encre de sèche. Le liquide entraîne une poudre noire qui se dépose dans l'espace de huit jours. Cette poudre, épuisée successivement par l'eau, l'alcool, l'acide chlorhydrique et une dissolution étendue de carbonate d'ammoniaque, constitue la mélaïne pure.

Les liquides dont l'étude vient d'être faite existent normalement dans l'organisation animale, et plusieurs d'entre eux sont indispensables à l'entretien de la vie; mais il en est d'autres qui se produisent accidentellement par suite de la décomposition des fluides ou des tissus de l'économie, et que nous examinerons maintenant.

PUS, PYINE.

Le *pus* est le liquide que sécrètent les plaies ou le tissu cellulaire d'un organe enflammé. Il peut être de *bonne* ou de *mauvaise nature*. Un pus de bonne nature est visqueux, jaunâtre, neutre aux réactifs colorés, à peu près inodore et d'une saveur fade; sa densité est égale à 1,03. Le pus de mauvaise nature est très-fluide et alcalin au papier de tournesol; son odeur est repoussante. Les deux espèces de pus s'acidifient au contact de l'air.

Examiné au microscope, le pus offre l'aspect d'un liquide séreux, incolore, tenant en suspension des globules pâles, transparents, plus volumineux que ceux du sang, mais de forme moins régulière. Ces globules ont un diamètre compris entre $0^{mm},00902$ et $0^{mm},01128$; ils se composent d'un noyau insoluble dans les acides, et d'une pellicule albumineuse, soluble dans l'acide acétique. (M. Gueterbock.)

Le pus n'est pas entièrement soluble dans l'eau : si après l'avoir délayé dans ce liquide, on filtre l'émulsion, elle retient en dissolution une matière précipitable par l'acide acétique et que l'on a nommée *pyine*.

La pyine est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. L'alun forme dans les dissolutions de pyine un précipité insoluble dans un excès de réactif. Le cyanoferrure de potassium n'y produit aucun trouble, après addition d'acide chlorhydrique. Ces caractères permettent de distinguer la pyine de la caséine.

Outre la pyine, le pus contient divers sels minéraux, des matières grasses et de l'albumine.

Voici les résultats obtenus dans l'analyse du pus de bonne nature :

Eau	89,1
Matières grasses	2,9
Albumine, pyine, globules	7,4
Perte	0,6
	100,0

(M. Gueterbock.)

Soumis à l'incinération, ce pus laisse 8 pour 100 de cendres, compo sées principalement de chlorure de sodium et de faibles quantités d phosphates et de carbonates alcalino-terreux. Ces cendres contiennen en outre des traces de fer.

Voici encore l'analyse d'un pus faiblement alcalin :

Eau	88,76
Albumine	4,38
Pyine et globules	4,65
Graisses et cholestérine	1,09
Sel marin	0,59
Autres sels alcalins	0,32
Phosphates terreux et de fer	0,21
	100,00

(M. Boedecker.)

L'action caractéristique de l'ammoniaque sur le pus permet de dis tinguer ce produit du mucus. Lorsqu'on mélange le pus avec de l'am moniaque, la masse devient gélatineuse par suite du gonflement.

(M. Donné.)

M. Bœdecker a découvert dans le pus un nouvel acide, cristallisabl en aiguilles microscopiques; il lui a donné le nom d'*acide chlorrhidique*

La solution aqueuse d'acide chlorrhidique ne précipite ni par le alcalis ni par les acides, pas plus que par l'alun, l'acétate de plomb, l sulfate de fer ou le sulfate de cuivre. Le tannin, le sublimé corrosif le chlorure de zinc y produisent un précipité blanc; l'eau de chlor la colore en rouge.

Pour isoler ce corps, on évapore le pus à sec et l'on traite le résidu pa l'éther, puis par l'eau; on précipite la solution aqueuse par le sous acétate de plomb, et l'on décompose le précipité par l'hydrogène sul furé. On filtre, on évapore à sec, et l'on traite le résidu par de l'alcoo absolu bouillant : par l'évaporation du liquide alcoolique, l'acide cris tallise en fines aiguilles.

M. Bœdecker a aussi signalé la leucine comme principe constant d certains abcès, ainsi que la chondrine. Les abcès musculaires renfer ment de la gélatine.

Dans certains cas, le pus possède la propriété de colorer la charpi en bleu. Cette coloration est due à une matière colorante particulière la *pyocyanine*, que M. Fordos a découverte et isolée à l'état cristallis Voici comment on opère :

On fait macérer le linge qui a recouvert la plaie, pendant quelque heures avec de l'eau légèrement ammoniacale; puis on agite la solutio qui est d'un bleu verdâtre, avec du chloroforme, qui, outre la pyocya nine, dissout aussi des corps gras et des matières jaunes. On filtre, o évapore le chloroforme, et l'on reprend le résidu par de l'eau. Enfin, o traite de nouveau cette solution aqueuse, dont on a séparé la grais

par filtration, par du chloroforme. On évapore de nouveau et l'on traite le résidu par quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu. Après avoir séché, on a un résidu rouge de chlorhydrate de pyocyanine, insoluble en grande partie dans le chloroforme; on traite la partie insoluble par du carbonate de baryte et par du chloroforme, qui abandonne enfin la pyocyanine par l'évaporation, à l'état cristallisé.

La pyocyanine forme des prismes bleus solubles dans l'eau, l'éther, l'alcool et le chloroforme; les acides rougissent les solutions de ce corps, et les alcalis les ramènent au bleu; le chlore les décolore.

(M. Fordos, *Comptes rendus*, t. LI, p. 215.)

Selon M. Delore, la pyocyanine contient du fer et se décompose à 100°. Ce chimiste l'isole en traitant les linges par de l'alcool, évaporant et enlevant les matières grasses par le sulfure de carbone.

HYDATIDES.

Il se forme, dans plusieurs parties du corps, des vésicules remplies de liquide, et auxquelles on a donné le nom d'*hydatides*.

Le liquide contenu dans les hydatides est jaunâtre, neutre aux réactifs colorés. Il répand une odeur désagréable lorsqu'on le chauffe et paraît être sulfuré. Voici sa composition :

Albumine	2,90
Sels (chlorure de sodium en grande partie)	0,60
Eau	96,50
	100,00

(M. Collard de Martigny.)

Le liquide sécrété par une plaie gangréneuse a présenté la composition suivante :

Eau	77,5
Albumine	20,0
Chlorure de sodium	2,5
	100,0

(M. Lassaigne.)

KYSTE.

Le *kyste* est une vésicule molle qui se forme dans certaines parties du corps, grossit et se remplit d'un liquide particulier dont voici les propriétés :

Le liquide du kyste est jaune, filant et d'une odeur fade. Il laisse 12,8 pour 100 de résidu à l'évaporation. Il est miscible à l'eau; l'alcool

en sépare une matière jaune, dense et soluble dans l'eau. Les acid étendus le troublent d'abord et redissolvent ensuite le précipité auqu ils ont donné naissance. Le tannin le précipite en jaune.

(M. Collard de Martigny.)

M. Bœdecker a fait l'analyse du liquide extrait par ponction d'u kyste du foie ; il l'a trouvé composé de :

Eau	98,40
Chlorure de sodium	0,52
Succinate de soude et de potasse ; chlorate de soude Traces de sulfate de potasse	1,08
	100,00

SANIE.

Ce liquide est sécrété pendant les affections squirrheuses. Il renferm

Eau	87
Matière grasse	1
Gélatine	1
Albumine, tissu solide	11
	100

(M. Collard de Martigny.)

Nous plaçons ici divers produits solides que l'on trouve dans d glandes particulières à certains animaux.

MUSC.

Le chevrotain, animal assez commun dans la Tartarie, présente avant du prépuce une poche qui renferme une substance résinoïde cc nue sous le nom de *musc*.

Le musc se trouve dans le commerce en grumeaux brunâtres, mél gés de poils, de sable, de graisse et de résine. Sa saveur est amère, s odeur persistante. Il s'enflamme facilement et se dissout en partie d l'eau et l'alcool.

Voici la composition du musc :

Graisse	1,1
Cholestérine	4,0
Résine amère	5,0
Extrait alcoolique, acide lactique, sels	7,5
Sels solubles dans l'eau ; potasse, ammoniaque combinées avec une matière animale particulière	36,5
Ammoniaque combinée avec l'acide lactique et eau	45,5
Sable	0,4
	100,0

(Geiger et Reimann.)

CASTORÉUM.

Cette matière se rencontre dans deux poches situées dans les aines du castor.

Le castoréum nouvellement obtenu est solide, de consistance mielleuse, d'une saveur amère, d'une odeur repoussante. On l'emploie en médecine comme antispasmodique.

L'alcool bouillant extrait du castoréum, outre une matière grasse, une substance cristallisable nommée *castoréine*, qui se rapproche de l'éthal par ses propriétés.

La castoréine forme des aiguilles brillantes, d'une saveur âcre, fusibles dans l'eau bouillante, insolubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'alcool et dans l'éther. Les huiles essentielles ne la dissolvent qu'à chaud. Elle n'est pas altérée par les liqueurs alcalines; elle est soluble sans altération dans l'acide acétique concentré, ainsi que dans l'acide sulfurique étendu et bouillant; ce dernier la dépose par le refroidissement à l'état cristallisé. (Bizio et Brandes.)

On a trouvé aussi dans le castoréum de la salicine et de l'acide phénique. (M. Wœhler.)

CIVETTE.

Le *Viverra civetta*, petit quadrupède d'Afrique, possède près de l'anus une vésicule qui contient une substance particulière connue sous le nom de *civette*.

La civette est demi-fluide, brunâtre, d'une saveur âcre, d'une odeur très-forte. Elle renferme :

De l'ammoniaque,
De la stéarine,
De l'élaïne,
Du mucus,
De la résine,
Une huile volatile,
Une matière colorante jaune,
Du carbonate et du sulfate de potasse,
Du phosphate de chaux,
De l'oxyde de fer. (M. Boutron-Charlard.)

SOIE. — FILS DE LA VIERGE. — ÉPONGES.

Soie. — Au moment de se transformer en chrysalides, plusieurs insectes s'enveloppent de fils qui les protégent contre les agents extérieurs. Parmi ces insectes se trouve le *Phalæna bombyx* (ver à soie), dont on recueille les fils, qui servent à fabriquer des étoffes.

La soie, blanche ou écrue, se gonfle dans une solution d'oxyde de

cuivre ammoniacal, ou d'oxyde de nickel ammoniacal, et s'y dissou
Les toiles que filent les chenilles communes présentent les mêmes c
ractères.

Lorsqu'on fait digérer de la soie avec de la soude caustique et qu'c
ajoute une petite quantité de nitrate ou de sulfate de cuivre, la soie
dissout en même temps que l'hydrate de cuivre. En présence d'un exc
de sel de cuivre, la solution est bleue; en présence d'un excès
fibroïne, au contraire, elle est violette, cramoisie ou rouge de san
(MM. Vogel et Reischauer.)

La soie, telle que la renferme le *Phalæna bombyx*, est liquide et vi
queuse; elle durcit au sortir du corps de l'animal, en laissant exsud
une matière cireuse et jaunâtre qui la recouvre comme un vernis.

L'extraction de cette matière cireuse constitue une partie importan
de l'art du teinturier. Nous l'avons déjà décrite sous le nom de *décre*
sage de la soie.

La substance qui compose la soie décreusée a reçu le nom de *fibroïn*
M. Schlossberger propose, pour la fibroïne de la soie, le nom de *sér*
cine, laissant celui de fibroïne à la substance de l'éponge, avec laquel
elle présente des différences.

La fibroïne de la soie est blanche, douce au toucher, soluble da
les acides chlorhydrique, azotique et phosphorique. Elle contien
déduction faite des cendres :

Carbone	48,53
Hydrogène	6,50
Azote	17,35
Oxygène } Soufre }	27,62
	100,00

(M. Mulder.)

M. Vogel jeune a déduit des analyses qu'il a faites de la fibroïne
la soie la formule $C^{48}H^{38}Az^{8}O^{17}$.

Dissoute dans l'acide nitrique et traitée par l'ammoniaque, elle don
un produit jaune représenté par la formule $C^{48}H^{38}Az^{6}O^{9}$.

M. Städeler prépare la fibroïne en faisant tremper pendant dix-h
heures environ de la soie jaune dans une lessive de soude froide
faible, exprimant, lavant soigneusement et remplaçant ensuite la liqu
alcaline par de l'acide chlorhydrique étendu (1 partie d'acide conc
tré par 20 d'eau). On obtient ainsi 42 à 50 pour 100 d'une mati
blanche présentant au microscope la forme de la soie décortiqu
facile à réduire en une poudre légère; elle ne laisse qu'une trace
cendres.

Traitée par l'acide sulfurique étendu, la fibroïne donne environ 5 p

100 de tyrosine et beaucoup de leucine; ce caractère rapproche la soie des matières albuminoïdes et des matières cornées.

(M. STADELER, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CXI, 12.)

FILS DE LA VIERGE. — Les fils de la vierge sont formés de fibroïne qui paraît identique avec celle de la soie.

ÉPONGES. — La matière qui constitue les *éponges* présente un certain nombre des caractères de la fibroïne de la soie, mais elle en diffère par d'autres, ainsi que nous le verrons, et a pour composition :

Carbone	46,51	48,50
Hydrogène	6,31	6,29
Azote	16,15	16,15
Soufre	0,50	»
Phosphore	1,90	»
Iode	1,08	»
Oxygène	»	»
Cendres	»	3,39
	(M. CROOKEWIT.)	(M. POSSELT.)

M. Städeler, pour s'assurer de la nature de la fibroïne de l'éponge, a soumis des morceaux d'éponge à l'action de l'acide sulfurique, après les avoir traités préalablement par l'acide chlorhydrique et par la soude caustique. Dans ces circonstances, on n'obtient que de la leucine, et point de tyrosine, comme cela a lieu pour la fibroïne de la soie.

Les eaux mères qui déposent la leucine donnent des cristaux qui sont du sucre de gélatine. D'après cette action, la fibroïne de la soie, ou séricine, comme la nomme M. Schlossberger, diffère essentiellement de la fibroïne de l'éponge, à laquelle M. Städeler donne le nom de *spongine*.

L'éponge brute, ou bien traitée préalablement par de l'acide chlorhydrique faible, est insoluble dans la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre ou de nickel; ce caractère distingue nettement cette substance de la soie, qui, comme nous l'avons vu plus haut, est soluble dans la liqueur cupro-ammonique. (M. SCHLOSSBERGER.)

TOILES D'ARAIGNÉE.

Les araignées sécrètent un liquide qui se solidifie bientôt à l'air, et avec lequel elles forment leur *toile*.

L'analyse de cette substance a été faite par Cadet, qui y a trouvé une matière soluble dans l'eau et dans l'alcool; un autre corps soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool; enfin, des sels minéraux, tels que des chlorures, des sulfates alcalins et un sel de chaux indéterminé. La toile d'araignée est azotée.

Les fils des toiles d'araignée se dissolvent dans les solutions amm niacales d'oxyde de cuivre ou d'oxyde de nickel, à la manière de la soi M. Schlossberger regarde ces fils comme ayant la même compositic que la fibroïne de la soie, ou *séricine*.

PEAU.

La *peau* est l'enveloppe extérieure du corps. Elle se compose de tro parties :

Le *derme*,
Le *tissu réticulaire*,
L'*épiderme*.

Le *derme* recouvre immédiatement les muscles et les os. Il est forn par l'assemblage d'un grand nombre de fibres déliées qui se croise en tous sens et laissent entre elles des ouvertures coniques dont la ba est placée du côté interne. L'épaisseur du derme est variable : elle e plus grande sur le dos que sur le ventre. Il existe sous le derme u couche de tissu cellulaire rempli de graisse, qui s'oppose à la déperd tion de la chaleur.

Quand après avoir débarrassé le derme des matières étrangères, le soumet à la dessiccation, il devient jaunâtre, légèrement translucid et il acquiert une certaine rigidité, qui disparaît lorsqu'on le plon dans l'eau.

A la température ordinaire, le derme est insoluble dans l'eau ; ma il s'y dissout lentement à l'ébullition, en se convertissant en gélatine. l rapidité avec laquelle cette dissolution s'opère varie avec les espèc animales. Le derme des oiseaux et des petits mammifères se dissout plus facilement.

Les acides affaiblis et les alcalis en dissolution étendue dissolvent derme, même à la température ordinaire. Le sulfate de peroxyde fer, le bichlorure de mercure et le tannin, forment avec le derme c combinaisons imputrescibles : c'est sur cette propriété qu'est fondé tannage des cuirs.

L'alcool, l'éther, les essences et les huiles grasses ne dissolvent p le derme.

Le *tissu réticulaire* est placé entre le derme et l'épiderme. Il est for de fibres nerveuses et de vaisseaux qui traversent la peau et se répand à sa surface.

C'est dans le tissu réticulaire que se trouve la matière colorante d peau, ou *pigment*. Quand la peau a été détruite dans un endroit quelcon du corps, le derme et l'épiderme se régénèrent au bout de peu temps, tandis que le tissu réticulaire ne se reproduit pas ; il est r placé par le tissu cellulaire. Ce dernier étant incolore, la place q occupe reste sans couleur et forme une *cicatrice*.

L'*épiderme* est la partie extérieure de la peau. Il contient en centièmes :

Carbone	50,34
Hydrogène	6,81
Azote	17,22
Oxygène / Soufre	25,63
	100,00

(M. Scherer.)

Quand on examine avec soin l'épiderme, on reconnaît qu'il est rempli de pores par lesquels sortent les poils et les matières provenant de la transpiration. On peut le détacher du tissu réticulaire par une macération dans l'eau.

Lorsqu'on soumet l'épiderme à l'action de la chaleur, il fond, prend feu et brûle avec une flamme éclairante. Si on l'abandonne longtemps au contact de l'eau froide, il devient cassant. L'eau bouillante le convertit en gélatine.

L'acide azotique l'attaque à froid en lui faisant prendre une teinte jaune qui disparaît quand l'épiderme tombe. L'acide sulfurique concentré le ramollit, puis le dissout; aussi, lorsqu'on se frotte les doigts après les avoir mouillés avec cet acide, on éprouve la même sensation que si on les avait trempés dans l'huile.

Les alcalis dissolvent facilement l'épiderme; c'est ce qui explique pourquoi la peau des personnes qui plongent souvent les mains dans la lessive acquiert une grande sensibilité.

En général, les sels durcissent l'épiderme. Les sulfures alcalins, les azotates d'argent et de mercure, certaines matières végétales, lui communiquent des colorations foncées qui deviennent bientôt noires.

L'épiderme, qui est généralement très-mince, s'accumule dans certaines parties du corps, comme la paume de la main, la plante des pieds, et forme alors les *callosités*.

La peau contient deux espèces de glandes : les *glandes sudorifères*, qui sécrètent la sueur, et les *glandes sébocées*, desquelles s'écoule le *suint*.

Il existe en outre, dans la peau, des bulbes dépendant du système nerveux et qui donnent naissance à des productions de diverse nature, telles que les *cheveux*, les *poils*, les *cornes* et les *plumes*.

La peau, débarrassée, à son côté interne, de la graisse et du tissu cellulaire, à son côté externe, des poils et de l'épiderme, contient :

Eau	57,50
Matières extractives solubles dans l'eau	7,60
Matières extractives solubles dans l'alcool	0,83
Albumine	1,54
Tissu cutané, vaisseaux et petite quantité de tissu cellulaire	32,53
	100,00

(Wienholt.)

CHEVEUX.

Les cheveux sont formés par un tube cylindrique qu'entourent de petites écailles dont les pointes se tournent vers l'extrémité libre du cheveu. Un organe délié, placé à l'intérieur du tube, fournit des liquides à la substance pileuse. Cet organe peut, dans certaines maladies (*teigne, plique polonaise*), se gonfler assez pour que, lorsqu'on coupe le cheveu, il en suinte un liquide mélangé de sang.

A l'état normal, les cheveux sont insensibles, fortement électriques et mauvais conducteurs de la chaleur. Leur coloration est due à la teinte variée des liquides qui les remplissent.

Les cheveux rouges contiennent une huile d'un rouge jaunâtre ; les cheveux noirs, une huile d'un gris verdâtre ; les cheveux blancs, une huile incolore.

Les cheveux blanchissent lorsque la sécrétion colorée cesse par suite des progrès de l'âge, ou bien lorsqu'on se trouve sous l'influence d'affections morales très-vives : dans ce dernier cas, la décoloration est soudaine.

Lorsqu'on abandonne les cheveux au contact de l'air, ils se gonflent en absorbant de l'humidité, mais ils ne se putréfient pas. Le chlore les blanchit d'abord, puis les convertit en une substance résinoïde analogue à la térébenthine.

Les cheveux sont insolubles dans l'eau : si on les fait chauffer en présence de ce liquide dans un tube scellé à la lampe, ils se décomposent et dégagent de l'hydrogène sulfuré. Une dissolution étendue de potasse caustique leur fait subir une altération semblable.

L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendus dissolvent les cheveux en prenant une teinte rose. L'acide azotique les jaunit, les attaque et les convertit en acide oxalique, en acide sulfurique et en une substance amère peu connue.

L'alcool dissout les huiles colorées des cheveux; l'huile incolore se dépose par le refroidissement, les autres huiles restent dissoutes. Pendant ce traitement les cheveux rouges brunissent.

Plusieurs sels et oxydes métalliques, des matières organiques, font virer au noir la coloration rouge ou blanche des cheveux. C'est sur cette propriété qu'est fondée la teinture des cheveux.

Pour teindre les cheveux en noir, on emploie : l'azotate d'argent en dissolution dans l'éther; le même sel mélangé avec de la graisse, de l'huile, de la chaux éteinte et l'acide pyrogallique.

Les alcalis dissolvent les cheveux : c'est cette propriété qui fait employer en Orient, comme pâte épilatoire, un mélange formé de 1 partie d'orpiment et de 9 parties de chaux vive.

Les cheveux, soumis à l'action de la chaleur, se racornissent, gonflent, répandent une odeur de corne brûlée, prennent feu, et brûlent avec une

flamme brillante, en laissant un résidu de charbon. Ils donnent des produits huileux et ammoniacaux à la distillation.

Composition chimique des cheveux.

La composition des cheveux a été examinée successivement par Vauquelin et Van Laer.

D'après Vauquelin, les cheveux noirs contiennent :

1° Une matière animale qui en forme la plus grande partie;
2° Une huile blanche concrète, en petite quantité;
3° Une autre huile, d'un gris verdâtre, plus abondante;
4° Du fer, dont l'état est incertain dans les cheveux;
5° De petites quantités d'oxyde de manganèse;
6° Du phosphate de chaux;
7° Du carbonate de chaux en très-petite quantité;
8° De la silice en quantité notable;
9° Une quantité notable de soufre.

Les cheveux rouges ne diffèrent des cheveux noirs qu'en ce qu'ils contiennent une huile rouge au lieu d'une huile grise verdâtre, et les cheveux blancs en ce que l'huile n'est presque pas colorée et qu'ils contiennent du phosphate de magnésie qui ne se retrouve pas dans les autres.

D'après Van Laer, les cheveux contiennent :

Carbone	49,777
Hydrogène	6,360
Azote	17,140
Oxygène, Soufre	26,723
	100,000

Le même chimiste a déterminé la quantité de soufre que contiennent les différentes espèces de cheveux, et il a trouvé :

Cheveux bruns	4,98 à 5,44	pour 100 de soufre.
Cheveux noirs	4,85 à 5.22	—
Cheveux rouges	5,02	—
Cheveux gris	4,63 à 4,95	—
Moyenne	5 pour 100.	

Les cheveux laissent par la calcination une certaine quantité de cendres qui ont été examinées par Van Laer ;

	Cendres sur 1000 parties.	Matières solubles.	Oxyde de fer.	Sels terreux.
Cheveux bruns...	0,54	0,17	0,058	0,342
	1,10	0,51	0,390	0,200
	0,32	»	»	»
Cheveux noirs...	1,02	0,29	0,214	0,516
	1,15	»	»	»
Cheveux rouges..	1,30	0,93	0,170	0,200
	0,54	0,27	0,270	0,000
	1,85	»	»	»
Cheveux gris....	1,00	0,24	0,232	0,528
	0,75	»	»	»

POILS.

Les poils diffèrent des cheveux par leur opacité et par leur forme, qui est conique.

Nous donnons ici la composition des poils de la barbe :

Carbone	51,990
Hydrogène	6,717
Azote	17,284
Oxygène, Soufre	24,009
	100,000

(M. Scherrer.)

LAINE.

La laine présente, comme les poils, l'aspect de cônes allongés, dont le diamètre varie entre 0mm,04 et 0mm,02. Les écailles dont elle est recouverte lui donnent la faculté de se feutrer dans l'opération du *sécrétage*.

Le frottement use les écailles de la laine, qui devient alors parfaitement lisse et se divise en fils cylindriques de diverses grosseurs.

La laine est élastique ; elle s'allonge par la traction et reprend ensuite ses dimensions premières. Telle que la porte l'animal, la laine est recouverte d'une matière grasse nommée *suint*. Le suint peut être enlevé à la laine par des lavages répétés à l'eau alcaline et chaude. Cette opération, que nous avons déjà décrite, porte le nom de *désuintage*.

La laine, soumise à l'incinération, laisse de 3 à 5 pour 1000 de cendres, composées de phosphates de chaux et de magnésie, de sulfate de chaux, de peroxyde de fer, de peroxyde de manganèse et de silice. Quand on la maintient longtemps à la température de 150°, elle jaunit et dégage de l'hydrogène sulfuré ; l'eau favorise cette réaction. Aussi, lorsqu'on fait bouillir la laine en présence de sels de cuivre ou de plomb, elle noircit rapidement.

La chaux peut enlever une certaine quantité de soufre à la laine, qui

noircit alors moins facilement par l'ébullition dans des vases métalliques; mais ce traitement fait perdre à la laine une partie de sa solidité et restreint ainsi les usages de cette matière importante.

La laine de mérinos brute séchée à 100° contient :

Matière terreuse, qui se dépose dans l'eau avec laquelle on la lave...	26,06
Suint de laine, soluble dans l'eau froide.....	32,74
Graisses particulières (stéarine et élaïérine).....	8,57
Matières terreuses, fixées par la graisse.....	1,40
Laine proprement dite.....	31,23
	100,000

(M. Chevreul.)

La laine, traitée par la potasse en fusion, donne un mélange d'amylamine et de butylamine. (M. G. Williams.)

SUBSTANCE CORNÉE.

Cette substance est translucide, d'un gris jaunâtre ou noire. Elle répand une odeur désagréable lorsqu'on la râpe, et ne se dissout pas dans l'eau.

La substance cornée se ramollit dans l'eau bouillante et fond au-dessus de 100°; elle se soude facilement à elle-même. Lorsqu'on la soumet à la distillation, elle dégage des produits fétides et laisse un résidu de charbon très-brillant.

L'alcool, l'éther, l'acide sulfurique, l'acide acétique, n'ont à froid aucune action sur la corne. L'acide chlorhydrique la bleuit; l'eau régale l'attaque avec violence; la potasse et la soude la dissolvent et la décomposent en divers produits peu connus.

Traitée par la potasse en fusion, la corne, ainsi que la laine, donne de l'amylamine. La tyrosine et la leucine, ainsi que nous l'avons vu en étudiant ces corps, prennent naissance dans les mêmes circonstances.

(MM. Limpricht et Schwanert.)

La corne, traitée par de l'acide sulfurique étendu, donne aussi de la leucine et de la tyrosine. Il en est de même des plumes, des cheveux, etc.

Nous donnons ici la composition en centièmes de la matière cornée :

	Corne de vache.		Ongles.	Corne de buffle.
Carbone.....	50,80	50,94	51,089	51,400
Hydrogène. ...	6,77	6,65	6,824	6,779
Azote.....	16,30	16,30	16,901	17,284
Oxygène.....	23,48	23,48	25,186	24,397
Soufre	2,65	2,65		
	100,00	100,02	100,000	99,760
	(Tilanus.)		(M. Scheerer.)	(M. Scheerer.)

naître la présence de l'acide azotique. Elles présentent la composition suivante :

	Barbes de plume.	Tuyau de plume.
Carbone	52,470	52,427
Hydrogène	7,110	7,213
Azote	17,682	17,893
Oxygène / Soufre	22,738	22,467
	100,000	100,000

(M. Scherrer.)

Les cendres de plumes contiennent une grande quantité de silice.

ÉCAILLE.

L'écaille est la matière dure et flexible qui recouvre en totalité ou en partie le corps de certains animaux. Elle affecte tantôt la forme de tunique non adhérente au corps, tantôt celle de lames ou d'arêtes aiguës attachées à la peau par une de leurs extrémités : dans le premier cas, l'écaille est transparente, d'un brun foncé veiné de jaune; dans le second cas, elle offre l'aspect d'une mosaïque à couleurs variées.

La composition de l'écaille des reptiles se rapproche de celle de la matière cornée; les écailles de poissons présentent au contraire une certaine analogie de composition avec les os.

Écailles des reptiles.

L'écaille de *tortue* se comporte absolument comme la corne sous l'influence des réactifs. Elle fond au-dessus de 100°, brûle en répandant une odeur cornée, et laisse environ 0,1 de cendres, formées principalement de phosphate de chaux.

On emploie l'écaille de la tortue pour fabriquer une foule d'objets de luxe. Elle se ramollit dans l'eau et peut être alors moulée sous toutes les formes.

Voici sa composition en centièmes :

Carbone	53,6
Hydrogène	7,2
Azote	16,3
Oxygène et soufre	22,9
	100,0

(Fremy.)

Les écailles de serpents et de lézards paraissent être identiques avec celle de la tortue. Elles laissent à l'incinération un résidu de cendres alcalines dont la proportion ne dépasse pas 3 centièmes.

(Berzelius, Hatchett.)

Écailles de poissons.

Ces écailles renferment une matière animale analogue à celle c compose les cartilages des poissons. Elles perdent de 11 à 16 pour 1 d'eau à 100°, et présentent en centièmes la composition suivante :

	Lepisosteus.	Perca labrax.	
Substance animale azotée.....	41,10	55,00	51,42
Phosphate de chaux.....	46,20	37,80	42,00
Carbonate de chaux	10,00	3,66	3,68
Phosphate de magnésie.....	2,20	0,90	0,90
Graisse.....	0,40	0,40	1,00
Carbonate de soude..... .	0,10	0,90	1,00
Perte.....	»	1,94	»
	100,00	100,00	100,00

(M. Chevreul.)

Carapace du tatou.

Les plaques de la queue du tatou cèdent de la gélatine à l'eau bou lante ; desséchées, elles laissent après l'incinération 57 pour 100 cendres ; il en est de même des vertèbres caudales. Les cendres so composées de :

	Plaques caudales.	Vertèbres caudales.
Phosphate de chaux.....	85,33	87,56
Phosphate de magnésie	1,19	2,18
Carbonate de chaux.....	11,75	10,36
Sulfate de chaux.....	0,38	»
Silice.....	0,29	»
Peroxyde de fer.....	0,65	0,29
Chlorure de potassium..	0,56	»
	100,15	100,39

Analyses des cendres d'écailles (Fremy).

NOMS DES ÉCAILLES.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONA de CHAUX.
Écailles osseuses de lépisostée.	59,3	51,3	7,6	4,0
Écailles de coffre	51,0	44,6	»	5,2
Écailles de maigre (poisson de mer).....	41,9	36,4	0,7	2,0
Écailles de brochet.....	43,4	42,5	traces	1,8
Écailles de carpe.....	34,2	33,7	traces	1,1

L'*ablette* présente des écailles d'un éclat argentin, dû à la prés

d'une matière organique qui se détache lorsqu'on touche le poisson avec les mains. Cette matière se met facilement en suspension dans l'ammoniaque ; la liqueur, appliquée à l'intérieur de petites ampoules de verre, y laisse en s'évaporant un vernis qui leur donne l'aspect de perles naturelles.

FANONS DE BALEINE.

Le *palais* de la baleine est garni de lames tranchantes, disposées de façon à retenir les poissons que ce cétacé introduit dans sa gueule pour se nourrir.

Ces lames, auxquelles on a donné le nom de *fanons*, sont flexibles et transparentes. Elles se ramollissent dans l'eau bouillante, ce qui permet de leur faire prendre des formes variées. Leur composition en centièmes est la suivante :

Carbone	50,8
Hydrogène	7,4
Azote	16,5
Oxygène	25,3
	100,0

(Fremy.)

On a pu en extraire sur 100 parties :

Mucus et gélatine	89,50
Matière grasse	3,70
Chlorures de sodium et de calcium	1,90
Sulfates de soude et de magnésie	1,10
Phosphate de chaux, soufre, oxyde de fer, silice	1,10
	97,30

(M. Fauré.)

TISSU CELLULAIRE.

Il existe dans les divers organes des animaux un tissu très-délié, auquel on a donné le nom de *tissu cellulaire*.

Le tissu cellulaire se compose de lamelles transparentes, liées entre elles comme les mailles d'un réseau. Ces lamelles sont de petites cellules, à la surface intérieure desquelles suinte un liquide analogue à celui que sécrètent les membranes séreuses.

Lorsqu'on traite le tissu cellulaire par l'eau bouillante, ou mieux encore par les acides étendus, il se convertit en gélatine. Les liqueurs alcalines lui font subir la même transformation.

Le tissu cellulaire paraît renfermer, outre la substance qui se change en gélatine, une certaine quantité d'albumine et de phosphate de chaux.

(John.)

FIBRES ÉLASTIQUES.

On trouve dans le tissu cellulaire des fibres aplaties, auxquelles on a donné le nom de *fibres élastiques.*

Ces fibres se distinguent du tissu cellulaire par leur composition : l'eau ne leur fait subir aucune altération. L'acide acétique concentré ne les dissout pas, et l'acide sulfurique les transforme en leucine sans produire de glycocolle.

MEMBRANES SÉREUSES.

Le nom de ces membranes vient de ce qu'une de leurs faces sécrète continuellement un liquide ayant la consistance du sérum.

Les membranes séreuses recouvrent les organes tels que le foie, l'estomac, les intestins, les reins, etc. Elles offrent la même composition que le tissu cellulaire.

MEMBRANE FIBREUSE.

La membrane fibreuse se compose d'un corps facile à transformer en gélatine, de mucus, d'une matière grasse et d'une substance analogue à la fibrine : elle contient la moitié de son poids d'eau.

MEMBRANES MUQUEUSES.

Les membranes muqueuses paraissent entièrement différentes de la peau au point de vue chimique. Elles ne donnent pas de gélatine par la coction et sont tout à fait insolubles dans l'eau : elles sont recouvertes d'une membrane qui a reçu le nom d'*épithélium*, et elles sécrètent du mucus. (BERZELIUS.)

L'épithélium contient :

Carbone	51,53
Hydrogène	7,03
Azote	16,64
Oxygène	22,32
Soufre	2,48
	100,00

(M. DE GORUP BESANEZ.)

FAUSSES MEMBRANES.

On appelle *fausses membranes* certaines productions membraneuses produites dans des inflammations aiguës. C'est à de fausses membranes qu'est due la terrible maladie appelée *croup*, ainsi que les autres affections couenneuses.

Le perchlorure de fer et le sublimé corrosif durcissent les fausses membranes.

La potasse faible, la soude, l'eau de chaux, les ramollissent, les rendent transparentes, puis les dissolvent.

L'ammoniaque les ramollit, mais les laisse opaques.

Les acides minéraux faibles ou moyennement concentrés les rendent transparentes et les ramollissent sans les dissoudre.

La teinture d'iode les durcit. Le chlore et le brome, au contraire, les désagrégent.

M. Ozanam recommande l'emploi de l'eau bromée pour la guérison des affections couenneuses. (M. Ozanam, *Comptes rendus*, janvier 1861.)

CHAIR MUSCULAIRE. — MUSCLES.

La chair musculaire se compose de fibres allongées (*muscles*) entre lesquelles se trouvent différents principes immédiats, des nerfs, du tissu cellulaire, du tissu adipeux, des vaisseaux lymphatiques et sanguins.

Elle contient en outre une certaine quantité de liquide, que l'on peut chasser par l'évaporation : 100 parties de chair, placées quelque temps à l'étuve, se réduisent à 25 parties par la dessiccation.

Composition de la chair musculaire.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	HOMME. Muscles pectoraux.	FEMME. Muscles pectoraux.
Fibres musculaires, vaisseaux, nerfs	16,83	15,54
Albumine soluble et hématosine	1,75	1,93
Substance albuminense du tissu cellulaire	1,92	2,07
Matières extractives	2,80	3,71
Graisse	4,24	2,30
Eau	72,46	74,45
	100,00	100,00

(M. de Bibra.)

Composition de la chair musculaire.

		Berzelius.	Braconnot.
Fibre charnue, vaisseaux, nerfs	15,8	17,70	18,18
Tissu cellulaire réduit en gélatine par la coction	1,9		
Albumine soluble et fibrine		2,20	2,70
Extrait alcoolique avec sels		1,80	1,94
Extrait aqueux avec sels		1,05	0,15
Phosphate de chaux contenant de l'albumine		0,08	»
Eau et perte		77,17	77,03
		100,00	100,00

Composition de la chair musculaire, par M. DE BIBRA.

NOMS des ANIMAUX.	NOMS DES PRINCIPES CONSTITUANTS.								
	Fibres musculaires, vaisseaux, nerfs, etc.	Albumine.	Hématosine.	Extrait aqueux et sels.	Extrait alcoolique et sels.	Phosphate de chaux et matière animale.	Substance albumineuse retirée du tissu cellulaire.	Graisse.	Eau.	Perte.
Bœuf (muscles)	17,5	2,2		1,8	1,3	traces	»	»	77,2	
Canard sauvage (muscles pectoraux)	17,68	2,68		4,12		»	1,23	2,53	71,76	»
Carpe (cœur)	2,0	5,2*	»	1,7	1,0	»	»	»	90,1	
Cerf (cœur)	18,0	2,3*	»	»	2,4	0,4	»	»	76,9	
Chat (muscles)	16,33	2,0		2,93		»	1,79	1,80	75,15	
Chevreuil (muscles)	18,0	2,3		2,8		»	»	»	76,9	
Cochon (cœur)	16,8	2,4*	»	0,8	1,7	»	»	»	78,3	
Cyprinus nasus (muscles)	9,42	1,38	»	4,36		»	2,13	0,54	82,17	»
Couleuvre (muscles)	13,36	1,35	»	4,98		»	2,80	1,32	76,19	»
Faucon (cœur)	17,59	1,08		7,33		»	2,70	»	71,30	»
Grenouille (muscles pectoraux)	11,77	1,86		3,46		»	2,48	0,10	80,33	»
Hirondelle (muscles)	16,27	2,69		6,97		»	6,88	2,23	64,96	»
Martre (muscles)	15,74	1,99		3,13		»	2,11	2,03	75,00	
Moineau (muscles)	15,98	1,69		7,49		»	2,50	2,02	70,32	»
Pigeon (cœur)	17,0	4,5*	»	1,5	1,0	»	»	»	76,00	
Poulet (cœur)	16,5	3,0*	»	1,2	1,4	0,6	»	»	77,3	
Poule (muscles)	16,5	3,0		1,2	1,4	0,6	»	»	77,3	
Truite (cœur)	11,1	4,4*	»	0,2	0,6	2,2	»	»	81,5	
Renard (muscles)	15,53	2,89		4,30		»	1,98	2,47	»	»

* [illegible] du caillot.

La chair musculaire de quelques poissons a été soumise à l'analyse élémentaire; voici les résultats obtenus :

Composition élémentaire de la chair musculaire de poisson.

ÉLÉMENTS.	Astacus fluviatilis.		Melolontha vulgaris.		Anodonta cygnea.	
Carbone	52,14	52,39	52,35	52,08	52,40	52,50
Hydrogène	7,10	7,18	7,20	7,14	7,34	7,26
Azote	15,22	15,44	15,20	15,34	15,33	»
Oxygène	25,54	24,99	25,25	24,44	26,93	»
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
	M. Schmitz.					

Composition élémentaire de la chair musculaire de poisson.

ÉLÉMENTS.	Solea vulgaris.	Rhombus maximus.	Gadus merlangus.
Carbone	53,14	53,69	»
Hydrogène	6,99	7,11	»
Azote	»	»	»
Oxygène	15,49	15,40	12,50
Soufre	0,84	»	»
	M. Mulder.		

Les proportions de cendres laissées à l'incinération par la chair musculaire paraissent varier entre 2 et 8 pour 100. Ces cendres se composent principalement de phosphates alcalins et calcaires; on y trouve aussi, comme le montre le tableau suivant, du chlorure de sodium, du sulfate et du carbonate de soude.

Cendres de la chair musculaire.

ORIGINE de LA CHAIR.	CENDRES pour 100 parties de chair musculaire desséchée.	COMPOSITION DES CENDRES. Chlorure de sodium.	Sulfate de soude.	Phosphates alcalins.	Phosphates terreux et oxyde de fer.	Carbonate de soude.
Homme de trente ans, muscles.	»	10,30	1,72	72,95	15,03	»
Homme de cinquante-neuf ans, muscles pectoraux	»	traces	11,40	69,03	19,57	»
— cœur	»	3,48	4,26	63,68	28,58	»
Femme de trente-six ans, muscles pectoraux.	4,80	13,44	1,86	63,58	21,12	»
— cœur	3,61	5,33	traces	84,14	10,53	»
Enfant âgé d'une semaine, muscles. . .	»	6,33	2,04	81,44	10,19	»
Bœuf, muscles	7,71	6,50	0,30	76,80	16,40	»
Blaireau femelle, muscles	6,16	4,04	»	85,96	10,00	»
Canard sauvage, muscles	4,48	1,20	»	84,00	14,80	»
	5,40	»	traces	87,90	12,10	»
— membrane musculaire de l'estomac.	5,05	17,00	0,90	68,40	13,00	»
Carpe (*Cyprinus carpio*)	6,16	1,31	12,30	44,19	42,20	»
Chat domestique mâle, muscles	5,36	3,17	»	74,13	20,70	2,0
— tissu musculaire de l'estomac. . .	4,54	12,62	5,00	71,78	10,60	»
— cœur	4,49	1,31	»	88,85	9,84	trace
— femelle, muscles	4,81	0,55	traces	74,05	25,40	»
— muscles de l'estomac.	2,92	1,00	»	46,30	52,70	»
— membrane muqueuse de l'estomac.	2,26	1,70	»	23,30	75,00	»
Chevreuil femelle, muscles.	4,68	1,00	»	72,00	20,60	»
Corbeau, muscles pectoraux.	5,06	1,73	»	70,07	28,20	»
	7,46	5,34	1,23	85,33	8,10	»
— cœur	4,68	3,34	»	70,06	17,60	trace
— muscles de la cuisse.	4,74	4,66	0,97	86,03	8,34	»
Dindon, muscles	4,30	16,63	22,20	33,35	1,46	10,4
Écureuil, muscles.	5,49	3,04	traces	85,54	11,42	»
Faucon (*Falco pygargus*), muscles . . .	4,73	1,15	»	90,40	8,45	trac
— membrane musculaire de l'estomac.	2,82	traces	»	57,90	42,10	trac
— membrane muqueuse de l'estomac.	3,09	traces	»	58,40	41,60	trac
Faucon (*Falco buteo*), muscles.	4,66	7,38	4,50	46,15	41,97	»
— membrane musculaire de l'estomac.	4,95	1,39	»	81,21	17,40	trac
— membrane muqueuse de l'estomac.	8,97	24,07	4,32	51,11	20,50	trac
Grenouille (*Rana esculenta*).	4,96	11,00	»	64,00	25,00	trac
Hibou, muscles	4,40	traces	traces	76,40	23,60	trac
— membrane musculaire de l'estomac.	4,05	traces	4,40	49,00	46,60	trac
— membrane muqueuse de l'estomac.	7,36	traces	33,00	31,30	35,70	trac
Lièvre mâle, muscles.	4,48	4,20	0,90	79,80	15,10	»
Martre mâle, muscles	4,42	5,55	2,18	54,62	37,65	»
Milan, mort de faim.	5,87	5,94	»	69,33	24,36	tra
Perche (*Perca fluviatilis*).	7,08	1,27	»	54,39	44,34	tra
Poule, muscles pectoraux.	5,51	1,39	traces	84,72	13,89	
— membrane musculaire de l'estomac.	6,34	18,45	4,33	63,52	13,70	tra
Poule âgée de quatre ans	3,14	1,30	»	86,70	12,00	
— âgée de treize ans	4,31	traces	»	87,10	12,90	
Renard femelle, muscles.	3,85	1,02	2,50	74,08	22,40	
— membrane musculaire de l'estomac.	2,66	4,12	4,62	46,36	46,90	
— membrane muqueuse de l'estomac.	5,24	8,96	»	75,54	23,50	
Veau, muscles.	»	traces	traces	89,80	10,20	

(M. DE BIBRA.)

mais la plus grande partie reste dans le tissu, et ne peut être extraite qu'à l'aide de traitements par l'eau.

Le liquide de la chair est rougeâtre, acide au papier de tournesol, coagulable en partie par l'action de la chaleur. Il renferme différents principes que nous avons déjà étudiés et qui sont : de la créatine, de la créatinine, de la sarcine, de l'acide inosique, de l'acide lactique, de l'albumine, de l'inosite et divers sels minéraux.

Voici les quantités de créatine contenues dans 100 parties de chair musculaire :

	Créatine.	
Chair musculaire de poule	3,21	2,9
Chair musculaire du cœur de bœuf	1,37	1,418
Chair musculaire de la morue	0,935	
Chair musculaire du pigeon	0,825	
Chair musculaire de la raie	0,607	

M. Liebig a trouvé :

Chair musculaire du cheval	0,72
Chair musculaire du bœuf	0,697

La créatinine existe dans la fibre musculaire de presque tous les vertébrés ; elle se trouve à l'état de liberté et s'annonce alors par une réaction alcaline très-marquée ; souvent aussi on la rencontre en combinaison avec l'acide phosphorique.

Le résidu du traitement par l'eau est blanc, insipide, et présente la plupart des propriétés de la fibrine du sang. Il en diffère cependant par quelques caractères. Ainsi, il ne se ramollit pas sous l'influence de l'humidité ; il se transforme partiellement en gélatine par l'ébullition avec l'eau, et il se dissout immédiatement dans l'acide chlorhydrique étendu, ce que ne fait pas la fibrine. Il paraît en outre que les cendres qu'il laisse à l'incinération ne contiennent pas de fer : aussi a-t-on proposé de lui donner le nom de *musculine*.

Lorsqu'on soumet la chair musculaire à la coction avec de l'eau, il se dégage du sulfhydrate d'ammoniaque, des corps odorants et un acide analogue à l'acide acétique : l'extrait aqueux est du *bouillon*.

Le bouillon renferme, outre de la graisse, une portion des matières odorantes précédemment indiquées, de la gélatine, quelques sels solubles, et les divers principes immédiats qui existent dans la viande. Voici sa composition :

Eau	988,570
Matières organiques fixes séchées à 20° dans le vide	12,700
Soude Potasse Acide sulfurique, acide phosphorique, chlore	2,900
Phosphate de magnésie	0,230
Phosphate de chaux Oxyde de fer	0,100
	1004,500

(M. Chevreul.)

La viande cuite retient la fibrine, une partie de l'albumine, des pho phates de chaux, de magnésie et de l'oxyde de fer.

Le mode de coction exerce une grande influence sur la qualité d bouillon et celle des viandes bouillies. Pour obtenir un bouillon sapid il faut placer la chair dans l'eau froide et porter ensuite lentement cet eau à l'ébullition. On évite ainsi que l'albumine se coagule dans le tiss et s'oppose à la sortie des principes qui doivent développer l'arom Lorsque ces précautions ont été prises, la coagulation n'a lieu qu' dehors de la viande; l'albumine, devenue insoluble, s'élève peu à pe entraînant avec elle les sels de chaux qui troubleraient le bouillon, vient à la surface de l'eau former une espèce d'enveloppe, nommée *écum* qui empêche l'évaporation des matières odorantes.

Quand on veut au contraire préparer par coction aqueuse une vian agréable au goût, il est indispensable de la placer dans l'eau bouillan afin de coaguler aussitôt une mince couche d'albumine, qui empêc les principes sapides de s'échapper.

Les substances que la viande perd ne se retrouvent pas dans le bouill puisqu'une partie de ces substances a servi, en se décomposant, à dé lopper l'arome : de sorte que, sous le même poids, la chair bouillie son bouillon pris ensemble sont moins nourrissants que la chair rôt En effet, par ce dernier mode de cuisson, la viande conserve les m tières que l'eau lui aurait enlevées, la musculine s'altère moins, et, suite, les propriétés nutritives diminuent fort peu.

La chair musculaire est soluble en partie dans l'acide acétique fr La potasse caustique la dissout entièrement à chaud; les acides ve dans la dissolution y produisent un précipité abondant.

Les fibres musculaires partagent avec le liquide qui en découle pa compression la propriété de rougir le papier de tournesol.

On a longtemps attribué l'acidité des muscles à la présence de l'ac lactique, mais le corps qui rend ordinairement la fibre musculaire ac est le phosphate acide de potasse qui a pour formule $KO,(HO)^2,Pl$ On extrait facilement ce sel des muscles à l'aide de l'alcool faible.

La proportion de phosphate de potasse qui existe dans les muscles différents animaux paraît liée à la formation du système osseux, car trouve toujours ce sel en abondance chez les animaux dont les os

très-développés, et il est en quantité très-faible chez les animaux articulés ou chez les mollusques. On comprend, du reste, le rôle que ce sel peut jouer dans la formation des os, car des expériences directes prouvent qu'en réagissant sur le carbonate de chaux, le phosphate acide de potasse extrait des muscles peut donner naissance au phosphate de chaux basique, qui entre, comme on le sait, en si grande quantité dans la constitution de la substance osseuse.

Ce phosphate acide de potasse n'est peut-être pas sans influence sur la production de l'acide oléophosphorique que l'on trouve abondamment répandu dans les muscles.

Les muscles des vertébrés sont en effet imprégnés d'une quantité considérable de corps gras, formés en proportions variables de stéarine, de margarine, d'oléine et d'acide oléophosphorique combiné avec la soude.

La présence de l'acide oléophosphorique dans les muscles est un fait important pour les physiologistes. On peut dire aujourd'hui que cet acide se trouve dans presque toutes les parties de l'organisation animale.

De nombreuses expériences ont permis de constater que la proportion de cet acide dans le tissu musculaire augmente avec l'âge des animaux, et qu'elle varie avec les diverses espèces de vertébrés. Ainsi, les poissons à chair blanche et légère, comme le merlan, la limande, le carrelet, n'en contiennent qu'une faible proportion; tandis que les poissons dont la chair est compacte, d'une saveur très-marquée, d'une digestion souvent difficile, comme le maquereau, le hareng, la truite et surtout le saumon, en présentent des quantités considérables. C'est, du reste, ce corps phosphoré qui, en se décomposant incomplétement par l'action de la chaleur, communique au poisson grillé une saveur caractéristique.

M. du Bois-Reymond a fait des recherches très-approfondies sur la réaction acide des muscles, et il a constaté que les muscles frais, c'est-à-dire encore contractiles ou à l'état de *survie*, comme l'a dit M. Flourens, loin de posséder une réaction acide, possèdent au contraire une réaction légèrement alcaline, seulement celle-ci fait place très-rapidement à une réaction franchement acide. M. du Bois-Reymond admet que l'acidité ne se développe qu'après la mort, et au moment où la rigidité cadavérique s'empare du muscle. Dans le cas où un animal est mort tétanisé, comme par l'empoisonnement par la strychnine, on observe la réaction acide immédiatement après la mort.

(M. du Bois-Reymond, *Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, LVII, 353.)

Les muscles de certains poissons sont colorés par une substance rouge qui produit le *saumonage*. Ce corps, dont nous avons déjà étudié les propriétés, a reçu le nom d'*acide salmonique*.

L'acide salmonique se retrouve également dans les œufs de saumon, ce qui rend compte, jusqu'à un certain point, de la décoloration et de la perte de saveur qu'éprouve la chair du saumon au moment de la ponte.

Le saumon bécard (*Salmo hamatus*, Val.) ne contient pas autant d'acid salmonique et oléophosphorique que le saumon commun (*Salmo salm* Val.); les muscles des poissons peuvent donc, dans les espèces les pl voisines, offrir des différences notables quant à leur composition.

Le phosphate acide de potasse, qui se rencontre en si grande abo dance dans les muscles des mammifères, manque presque compléteme chez les crustacés; l'acide oléophosphorique y existe, au contraire, proportion assez forte, comme dans les muscles des poissons. La cré tine et la créatinine existent aussi dans les muscles de plusieurs espèc de crustacés.

Les muscles des mollusques présentent une composition beauco plus simple que ceux des animaux vertébrés; ils ne contiennent pl de quantités appréciables de phosphate acide de potasse, d'acide olé phosphorique, de créatine et de créatinine. Ils renferment de la tauri principe immédiat cristallisable, dont les propriétés ont été examin précédemment. (MM. Valenciennes et Fremy.)

ORGANE ÉLECTRIQUE DE LA TORPILLE.

Nous ferons suivre l'étude des muscles de quelques mots relatifs à composition chimique de l'organe électrique de la torpille, sans n occuper de la fonction de cet organe, si bien étudiée par M. Matteu

(*Ann. de chim. et de phys.*, t. LIX, p. 444.)

L'extrait obtenu en traitant par l'eau l'organe électrique de la t pille renferme les substances suivantes :

Du mucus, précipitable par l'acide acétique.

Un corps encore indéterminé, précipitable par l'acide gallique.

De l'urée, en quantité relativement considérable.

De la créatine et de la créatinine.

De l'acide lactique. C'est probablement à ce dernier rps que l gane électrique de la torpille doit sa réaction acide.

Plusieurs corps indéterminés, cristallisables ou sirupeux, préc tables par le chlorure de zinc.

Une quantité notable de phosphate de chaux, de chlorure de sod et des traces d'acide sulfurique.

Les organes sont formés de tissu cellulaire, de fibres élastiques e tissu cellulaire gélatineux, avec des fibres nerveuses et des vaisse sanguins; de syntonine, qu'on peut extraire à l'aide d'acide chlo drique étendu; d'un corps albuminoïde insoluble dans l'acide ch hydrique étendu. Ce corps constitue un des éléments des plaques é triques.

L'organe pseudo-électrique de la raie est à peu près composé cor l'organe électrique de la torpille.

(M. Schultze, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXXII, 1.)

TENDONS ET APONÉVROSES.

On désigne sous ce nom le corps blanc et brillant qui lie les muscles aux os.

Les tendons sont formés d'une matière qui donne de la gélatine par l'ébullition avec l'eau. Ils renferment en outre une certaine quantité de phosphate de chaux, de chlorure de sodium et de chlorure de potassium. D'après M. Rolett, les tendons du cheval renferment une substance albuminoïde particulière.

Quand on traite les tendons par l'acide acétique, l'acide chlorhydrique ou la potasse caustique, ils se dissolvent en abandonnant de petits vaisseaux, qui restent en suspension dans la liqueur. La dissolution présente tous les caractères d'une eau contenant de la gélatine.

Les tendons durcissent par la dessiccation, mais l'humidité leur rend leur première mollesse. Ils s'ossifient quelquefois dans certains points. Les parties ossifiées ont reçu le nom de *sésamoïdes*.

Les aponévroses sont les membranes qui entourent un ou plusieurs muscles. Elles présentent la même composition que les tendons.

(Berzelius.)

LIGAMENTS.

Les os sont attachés les uns aux autres par une substance élastique que l'on a nommée *ligament*.

Les ligaments n'offrent pas la même composition dans les diverses parties du corps : les uns se changent en gélatine par l'ébullition avec l'eau, et se dissolvent dans l'acide acétique; les autres sont insolubles dans cet acide, et n'éprouvent aucune transformation sous l'influence de l'eau bouillante. De plus, ces derniers ligaments forment avec le tannin un composé soluble dans l'eau : il est donc impossible, comme on l'a fait dans un temps, de les confondre avec les premiers.

(Berzelius.)

NERFS.

Les nerfs se composent de tubes fermés intérieurement, de distance en distance, par des membranes entre lesquelles se trouve une matière analogue à celle que renferme le cerveau. Ils se gonflent dans l'eau bouillante, et ils perdent toute la matière grasse qu'ils contiennent, quand on les traite par l'alcool. La potasse caustique agit à froid sur les nerfs, les dissout en presque totalité, et ne laisse qu'une membrane mince, nommée *névrilème*.

Le névrilème est insoluble dans l'eau bouillante et dans les liqueurs alcalines étendues. Il se dissout dans l'acide sulfurique et dans l'acide chlorhydrique concentrés. L'acide azotique ne le jaunit pas.

Composition élémentaire des cartilages, par M. Scherer.

	Cartilages des côtes.	
Carbone	49,496	50,895
Hydrogène	7,133	6,962
Azote	14,908	14,908
Oxygène	28,463	27,235
	100,000	100,000

Les cendres laissées à l'incinération par les cartilages des fausses côtes d'un jeune homme de vingt et un ans ont été trouvées composées, en centièmes, de :

Carbonate de soude	35,068
Sulfate de soude	24,241
Chlorure de sodium	8,231
Phosphate de soude	0,925
Sulfate de potasse	1,200
Carbonate de chaux	18,372
Phosphate de chaux	4,056
Phosphate de magnésie	6,908
Oxyde de plomb	0,999
	100,000

(MM. Frommherz et Gugert.)

OS.

Les os sont des parties solides qui servent à soutenir les parties molles du corps : ils augmentent en longueur et en grosseur avec l'âge de l'animal.

Les travaux successifs de plusieurs chimistes, parmi lesquels nous citerons Vauquelin, Fourcroy, Berzelius, Mérat-Guillot, John, MM. Chevreul, Boussingault, Marchand, Valentin, Rees et de Bibra, ont établi depuis longtemps la composition des os; mais le mode de groupement des principes constituants des os est resté ignoré.

Des recherches chimiques sur les os, faites dans ces dernières années, ont jeté du jour sur cette question. Le mode de formation et le développement de la substance osseuse paraissent aujourd'hui connus. Les rapports de l'os avec les diverses autres parties du corps, telles que les dents, les bois des animaux, sont également déterminés. Ces résultats se trouvent consignés dans un mémoire récent auquel nous emprunterons de nombreux détails.

(Fremy, *Ann. de chimie et de phys.*, t. XLIII, p. 47.)

Les os se composent essentiellement d'une partie solide formée par des sels de chaux, et d'un tissu cartilagineux et flexible (osséine), dans lequel se trouvent des vaisseaux et des nerfs. Une membrane mince et transparente, nommée *périoste*, les recouvre extérieurement. Les os les

plus longs sont creux, et renferment une matière grasse communément désignée par le nom de *moelle.*

La moelle renferme :

Graisse	96
Membranes et vaisseaux	1
Corps identiques avec ceux que l'eau froide extrait de la chair	3
	100

(Berzelius.)

M. le docteur Eylerh a soumis la moelle de bœuf à l'analyse immédiate, et l'a trouvée composée des combinaisons glycériques de trois acides gras, dont deux sont solides et un liquide. L'un des acides solides est l'acide palmitique; l'autre est un acide nouveau, l'*acide médullique,* fusible à 72°,5 et ayant pour composition $C^{42}H^{42}O^{4}$; quant à l'acide liquide, c'est l'acide élaïdique. Il n'y a pas d'acide stéarique. L'acide palmitique forme les 46 centièmes des acides gras de la moelle de bœuf; l'acide médullique en forme les 10 centièmes, et l'acide élaïdique les 44 centièmes.

L'action que la moelle exerce sur les réactifs colorés est la même que celle qu'exercent les nerfs.

Voici la composition en centièmes d'un os débarrassé du périoste, de la moelle et de la graisse :

Cartilage insoluble dans l'acide chlorhydrique	27,23
Cartilage soluble	5,02
Vaisseaux	1,01
Phosphate basique de chaux	52,26
Fluorure de calcium	1,00
Carbonate de chaux	10,21
Phosphate de magnésie	1,05
Soude	0,92
Chlorure de sodium	0,25
Oxydes de fer et de manganèse, perte	1,05
	100,00

(M. Marchand.)

Analyse d'un os débarrassé du périoste et de la graisse.

	Homme.	Bœuf.
Cartilage complétement soluble dans l'eau	32,17	33,30
Vaisseaux	1,13	
Phosphate de chaux basique avec un peu de fluorure de calcium	53,04	58,35
Carbonate de chaux	11,30	3,85
Phosphate de magnésie	1,16	2,05
Soude avec très-peu de chlorure de sodium	1,20	2,45
	100,00	100,00

(Berzelius.)

Lorsqu'on traite un os par l'acide chlorhydrique étendu, les sels calcaires se dissolvent, tandis que l'osséine reste à l'état insoluble. L'osséine a, comme on le sait, la propriété de se changer en gélatine par l'ébullition avec l'eau. Cette transformation s'opère dans des temps différents pour les osséines provenant d'animaux différents. En outre, celle qui provient d'un jeune animal se convertit plus rapidement en gélatine que celle qui est retirée d'un os d'un animal adulte.

On ne sait pas encore si l'osséine se trouve à l'état de simple mélange avec le phosphate et le carbonate de chaux, ou bien si elle est combinée avec les sels calcaires. Plusieurs chimistes pensent qu'il ne peut exister une combinaison, en proportion définie, entre un corps azoté neutre, tel que l'osséine, et le phosphate de chaux tribasique ou le carbonate de chaux; d'autres, au contraire, considérant que dans les os les plus divers le rapport de la matière organique azotée aux sels calcaires reste à peu près le même, admettent une combinaison véritable de l'osséine avec le phosphate et le carbonate de chaux.

Quand on soumet comparativement un os et de l'osséine à l'influence de l'eau bouillante, qui détermine dans les deux cas la production de la gélatine, l'os s'altère beaucoup plus lentement que l'osséine; on pourrait donc croire que, dans l'os, l'osséine se trouve combinée avec un sel qui la préserve de l'action de l'eau bouillante. Toutefois l'expérience suivante semble démontrer, au contraire, que, dans la substance osseuse, la matière organique ne se trouve pas en combinaison avec les sels calcaires. Si l'on traite par l'eau bouillante, dans deux ballons différents, 1 gramme d'os de vache et une quantité d'osséine retirée du même os, précisément égale à celle qui existe dans l'os soumis à l'expérience, l'osséine de l'os s'altère aussi rapidement que l'osséine pure, dans les premières heures d'ébullition, mais ensuite la quantité de gélatine produite par l'os va en diminuant, et au bout d'un certain temps elle devient absolument nulle.

Les couches extérieures d'un os ainsi traité par l'eau bouillante ne contiennent plus de substances organiques : elles sont formées de phosphate et de carbonate de chaux presque purs. Ces couches calcaires produisent donc, en quelque sorte, un vernis imperméable, et préservent les couches intérieures de l'action de l'eau bouillante : c'est pour cette raison que la production de la gélatine s'arrête après une ébullition de quelque temps.

Pour démontrer que l'osséine se trouve protégée par les couches de sels calcaires, il suffit de gratter l'os qui a été maintenu longtemps dans l'eau bouillante, afin d'enlever le phosphate et le carbonate de chaux qui se trouvent à sa surface, et de soumettre ainsi l'os gratté à l'action de l'eau bouillante; il donnera, dans le même temps, des quantités de gélatine égales à celle qu'il produisait d'abord.

L'expérience démontre donc que l'osséine contenue dans les os se comporte dans l'eau bouillante comme l'osséine pure, et tend à prou-

ver par conséquent que, dans un os, l'osséine se trouve à l'état de liberté.

L'action des acides et celle des bases sur les os paraissent conduire à la même conséquence. Lorsqu'on traite, en effet, un os par les acides étendus, il reste de l'osséine, qui présente exactement l'organisation de l'os; quand on fait agir au contraire une dissolution étendue de potasse sur un os, l'osséine se dissout et l'on obtient des couches calcaires offrant également la disposition de l'os. Si l'osséine se trouvait en combinaison avec les sels calcaires, en détruisant cette combinaison par les acides ou par les alcalis, on obtiendrait un résidu entièrement désorganisé et qui ne présenterait plus la structure de l'os.

Tous les os ne renferment pas de l'osséine : on trouve, en effet, dans les os de certains palmipèdes et dans les arêtes des poissons, un corps azoté qui diffère évidemment de l'osséine, car il résiste à l'action de l'eau bouillante et à celle des acides.

On sait maintenant que les couches d'os, quoique d'âges différents, présentent une composition identique.

Analyse comparative des différentes couches d'un même os.

NOMS DES OS.	NOMS DES COUCHES.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.
Humérus d'une femme de 22 ans...	Couche extérieure	63,4	57,9	1,5	6,8
	Couche médiane	65,7	59,6	1,5	6,8
	Couche intérieure	64,6	58,7	1,5	6,8
Fémur d'une femme de 22 ans. ...	Couche extérieure rapprochée du col	61,0	59,4	1,3	7,7
	Couche intérieure rapprochée du col	63,0	58,5	1,3	7,9
	Couche extérieure de la partie médiane	62,9	»	»	»
	Couche intérieure de la partie médiane	61,5	»	»	»
Fémur d'une femme de 80 ans.....	Couche extérieure	65,1	60,9	1,2	7,5
	Couche médiane	64,3	57,9	1,2	9,7
	Couche intérieure	64,5	55,9	1,3	9,7
Fémur de bœuf	Couche extérieure rapprochée du col	70,4	65,0	1,7	7,7
	Couche intérieure rapprochée du col	70,1	65,4	1,7	7,9
	Couche extérieure de la partie médiane	70,2	64,1	1,7	8,6
	Couche intérieure de la partie médiane	70,1	64,6	1,7	7,9
	Couche extérieure de l'extrémité	69,2	64,3	1,7	7,9
	Couche intérieure de l'extrémité	70,2	65,0	1,7	8,1
Fémur de vache adulte	Couche extérieure	66,6	»	»	»
	Couche médiane	66,8	»	»	»
	Couche intérieure	64,4	»	»	»

L'examen des différentes portions d'un même os a permis de constater que certaines parties de l'os sont spongieuses et d'autres compactes.

Lorsqu'on soumet séparément à l'incinération la partie spongieuse et la partie dense d'un os, on reconnaît que cette dernière partie laisse beaucoup plus de cendres que la première.

Analyse comparative des cendres de la partie dense et de la partie spongieuse du même os.

NOMS DES OS.	NOMS des PARTIES DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Fémur d'un garçon de 18 mois..	Partie dense.....	61,0	58,0	0,5	»
	Partie spongieuse.	57,0	»	»	»
Fémur d'un homme de 30 ans..	Partie dense.....	65,0	57,7	1,3	9,3
	Partie spongieuse.	56,0	52,0	1,3	»
Fémur d'une femme de 88 ans..	Partie dense.....	60,7	53,8	1,3	9,3
	Partie spongieuse.	55,2	50,3	1,2	7,0
Fémur d'un veau mort-né.....	Partie dense.....	60,4	»	»	»
	Partie spongieuse.	57,5	»	»	»

Il est donc certain qu'il existe plus de matière organique dans la partie spongieuse d'un os que dans la partie dense.

On a admis pendant longtemps que l'os d'un enfant était plus cartilagineux que l'os d'un vieillard, et que ce dernier se brisait plus facilement que le premier parce qu'il était plus chargé de substance calcaire. Mais les analyses suivantes prouvent que l'âge ne fait pas varier d'une manière notable la composition des os.

Analyse comparative des os provenant d'individus de même espèce, mais d'âges différents.

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.
Fœtus de 6 mois, fémur	63,0	58,9	»	5,8
Fille née viable, fémur	63,0	58,9	0,5	2,5
Garçon de 18 mois, fémur	61,6	58,0	0,5	2,5
Premiers points osseux formés dans la matière cartilagineuse d'un fœtus	60,0	»	»	»
Femme de 22 ans, fémur	61,0	59,4	1,3	7,7
Homme de 30 ans, fémur	63,2	57,7	1,2	9,3
Homme de 40 ans, fémur	64,2	56,3	1,3	10,2
Femme de 80 ans, fémur	64,6	57,1	1,2	7,5
Femme de 88 ans, fémur	60,7	53,8	1,3	9,3
Femme de 97 ans, fémur	60,8	51,9	1,3	9,3
Veau de 5 mois, fémur	65,4	60,4	1,2	8,4
Jeune taureau, fémur	69,2	60,5	1,9	8,4
Bœuf, humérus	70,4	64,1	2,1	7,7
Vache adulte, fémur	66,4	»	»	9,3
Vieille vache, fémur	68,2	59,6	3,3	7,9
Agneau, fémur	67,7	61,3	1,5	8,4
Mouton adulte, fémur	70,0	63,8	1,2	7,7

En effet, l'os d'un fœtus laisse par l'incinération la même quantité de cendres qu'un os de femme de quatre-vingt-dix-sept ans, et les premiers points osseux qui apparaissent dans la masse cartilagineuse qui précède, chez le jeune animal, l'os proprement dit, contiennent autant de sels calcaires que l'os appartenant à l'adulte. Si l'os d'un vieillard est plus friable que l'os d'un enfant ou que celui d'un adulte, c'est qu'il est beaucoup plus spongieux; avec l'âge, l'épaisseur de la partie dense et dure des os va toujours en diminuant, et se trouve remplacée par la matière spongieuse. Les os d'enfant sont en outre plus aqueux que les os de vieillard et présentent plus d'élasticité. En un mot, les différences de friabilité des os appartenant à des individus d'âges différents ne dépendent pas de la composition chimique qui, dans les deux cas, est presque identique, mais de la constitution physique et de l'épaisseur de la substance osseuse.

Toutefois la proportion de carbonate de chaux paraît augmenter faiblement avec l'âge. Ainsi l'os d'un jeune veau contient ordinairement 6 pour 100 de carbonate de chaux, tandis qu'on en trouve 9 pour 100 dans l'os d'une vache ou dans celui d'un bœuf.

Les os de nouvelle formation et les premiers points osseux développés dans la masse cartilagineuse qui se présente à la suite des fractures d'os laissent par l'incinération la même proportion de cendres que les os fracturés.

Ces cendres ont la même composition que celles des os ordinaires.

La substance qui entoure les points osseux ne contient pas sensiblement de sels calcaires, et elle laisse par l'incinération 2 à 3 centièmes de cendres, qui ne présentent aucune analogie avec les cendres d'os, car elles sont formées presque exclusivement de carbonate de soude. De plus, cette matière diffère complétement de l'osséine, car, en la faisant bouillir dans l'eau, elle donne de la chondrine; tandis que l'osséine, dans les mêmes circonstances, produit de la gélatine.

Un os ne se forme donc pas, comme on l'a cru longtemps, par incrustation lente et successive des sels calcaires dans la substance cartilagineuse, mais il résulte de l'agglomération de points osseux, qui, pris à l'état rudimentaire, dans le col ou dans la partie cartilagineuse d'un os de fœtus, présentent immédiatement la composition d'un os arrivé à son état complet de développement.

Les os appartenant aux animaux qui diffèrent le plus par leur organisation présentent à peu près la même composition chimique; l'os de l'homme se confond presque entièrement par sa composition chimique avec les os de veau, de lion, de chevreau, de lapin, de rhinocéros, d'éléphant, de cachalot, de morse, d'autruche, de tortue, de morue, de barbue, etc.

Ainsi la substance osseuse devant présenter, chez les animaux les plus divers, les mêmes propriétés physiques, la même solidité, possède une composition chimique qui paraît presque invariable.

Le genre de nourriture paraît cependant influer sur la composition des os : les animaux se nourrissant exclusivement de substances végétales ont des os plus riches en sels calcaires que les animaux carnivores.

Les os des oiseaux contiennent en général plus de sels calcaires que les os des mammifères carnivores, et se rapprochent, par leur composition chimique, des os des mammifères herbivores.

Les os des reptiles se confondent, par leur composition, avec les os des mammifères carnivores.

Quant aux os des poissons, ils présentent dans leur composition des différences qui s'accordent d'une manière fort curieuse avec les principes zoologiques qui ont servi à classer ces animaux. Ainsi les poissons osseux ont des os présentant la même composition que ceux des mammifères; tandis que les os des poissons cartilagineux sont au contraire très-riches en substances organiques, et ne contiennent qu'une faible proportion de sels calcaires. Un cartilage de lamproie ne contient plus de sels calcaires, aussi ne peut-il plus être assimilé à un os.

Analyses comparatives des os d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal.

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Fœtus sexe masculin de 4 mois, fémur	61,7	60,2	»	»
Fœtus masculin de 6 mois, fémur	62,8	60,2	»	»
Fœtus sexe féminin, fémur	63,0	»	»	»
Fœtus féminin de 7 mois, humérus	62,8	»	»	»
Fille née viable, fémur	64,8	60,8	»	»
Garçon de 18 mois, fémur	64,6	61,5	»	»
Femme de 22 ans, omoplate	63,3	60,0	»	»
Femme de 22 ans, crâne	64,1	57,8	1,7	10,9
Femme de 22 ans, fémur	64,6	»	»	»
Femme de 22 ans, humérus	64,1	»	»	»
Homme, partie spongieuse du fémur	61,0	»	»	»
Homme, partie dense du fémur	65,0	»	»	»
Homme de 40 ans, fémur	64,2	56,9	1,3	10,2
Femme de 80 ans, fémur	64,6	60,9	1,2	7,5
Femme de 81 ans, fémur	64,5	58,1	1,2	10,0
Femme de 88 ans, fémur	64,3	57,4	1,3	9,3
Femme de 88 ans, partie spongieuse du fémur	59,7	54,0	1,2	7,0
Femme de 97 ans, fémur	64,9	57,0	1,2	9,3
Momie égyptienne (femme), fémur	65,0	58,7	1,7	5,9
Saki, fémur	64,0	»	»	»
Kinkajou, fémur	62,0	»	»	»
Genette	70,2	»	»	»
Chienne, fémur	62,1	59,0	1,2	6,1
Jeune lionne, fémur	64,7	60,0	1,5	6,3
Panthère, fémur	65,6	»	»	»
Morse	63,1	53,9	1,5	9,3
Lapin, fémur	66,3	58,7	1,1	6,3
Cochon d'Inde	71,8	»	»	»
Éléphant des Indes	66,8	62,2	1,2	5,6
Rhinocéros de Java	65,3	60,0	2,3	5,2
Cheval, fémur	70,4	»	»	»
Veau mort-né, partie spongieuse du fémur	61,5	60,5	1,2	»
Veau mort-né, partie dense du fémur	64,4	59,4	1,7	5,2
Veau de 5 mois, fémur	69,1	61,2	1,2	8,4
Vache adulte, fémur	70,7	»	»	»
Vache, fémur	71,5	»	»	»
Vieille vache, fémur	71,1	»	»	»
Vieille vache, fémur	71,3	62,5	2,7	7,9
Bœuf, humérus	70,4	61,4	1,7	8,6
Bœuf, humérus	70,2	62,4	1,7	7,9
Taureau, fémur	69,3	59,8	1,5	8,4
Agneau, fémur	67,7	60,7	1,5	8,1
Mouton, fémur	70,0	62,9	1,3	7,7
Chevreau, fémur	68,0	58,3	1,2	8,4
Cachalot	62,9	51,9	0,5	10,6
Baleine, partie spongieuse	57,5	»	»	»
Aigle	70,5	60,6	1,7	8,4
Vautour	66,2	»	»	»

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Grand-duc (hibou)	71,3	61,6	1,5	8,8
Autruche, partie dense	70,0	»	»	»
Autruche, partie spongieuse	67,0	»	»	»
Outarde	71,1	»	»	»
Poulet	68,2	64,4	1,1	5,6
Dindon	67,7	63,8	1,2	5,6
Perdrix	70,7	65,4	»	»
Héron	70,6	62,5	1,5	10,2
Grive	66,6	63,0	»	»
Oiseau-mouche, os de la tête	55,0	»	»	»
Oiseau-mouche, os des membres	59,0	»	»	»
Sarcelle	73,5	68,4	1,3	5,6
Tortue de mer, carapace	64,3	58,0	1,2	»
Tortue de terre, carapace	64,0	56,0	1,2	10,7
Crocodile, os cutané	64,6	58,3	traces	9,7
Crocodile	64,0	58,3	0,5	7,7
Serpent	67,5	»	»	»
Morue	61,3	55,1	1,3	7,0
Morue	61,2	55,0	1,3	6,5
Barbue	60,2	»	»	»
Sole	54,0	»	»	»
Alose	50,0	»	»	»
Carpe	61,4	58,1	1,1	4,7
Brochet	66,9	64,2	1,2	4,7
Anguille	57,0	56,1	traces	2,2
Baudroie, grosses vertèbres	57,8	»	»	»
Baudroie, dents	61,0	»	»	»
Tétrodon, maxillaire avec dents	76,0	»	»	»
Genre diodon, épine de la peau	68,8	»	»	»
Squale	62,6	»	»	»
Raie, cartilage	30,0	27,7	traces	4,3
Raie, boucles	65,3	64,4	traces	1,3
Lamproie, tête avec dents	2,2	»	»	»

Nous donnons ici la composition de plusieurs espèces d'os :

Analyse d'os humains par M. VALENTIN.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Substance corticale d'un tibia.	Substance médullaire d'un même os.	Tibia de jeune fille.	Tête du tibia.
Cartilage, vaisseaux, etc	38,02	41,66	41,18	48,56
Matière inorganique	61,98	58,84	58,82	51,44
Phosphate de chaux basique	52,93	49,02	57,01	41,77
Carbonate de chaux	7,66	7,76	5,04	7,11
Phosphate de magnésie	0,25	1,54	0,87	0,88
Chlorure de sodium	0,91	0,44	0,65	1,67
Carbonate de soude	0,28	0,07	1,43	

Analyse de divers os par BERZELIUS.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Os de l'homme.	Émail de l'homme.	Os de bœuf.	Émail de bœuf.
Cartilage	32,17	»	33,30	3,56
Vaisseaux sanguins	1,13	»		
Fluorure de calcium	2,00	3,20	2,50	4,00
Phosphate de chaux	54,04	85,30	55,85	84,00
Carbonate de chaux	11,30	8,00	3,85	7,10
Phosphate de magnésie	1,16	1,50	2,05	3,00
Soude, chlorure de sodium, eau, etc.	1,20	2,00	2,45	1,34
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'os divers par M. MÉRAT-GUILLOT.

NOMS DES OS.	Gélatine.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Parts et eau.
Os humains dans un cimetière	16,00	67,00	1,50	15,50
Os secs qui n'ont pas été dans la terre.	23,00	63,00	2,00	10,00
Os de bœuf	3,00	93,00	2,00	2,00
Os de veau	25,00	64,00	traces	11,00
Os de cheval	9,00	67,50	1,25	22,25
Os de mouton	16,00	70,00	0,50	13,50
Os de cochon	17,00	52,00	1,00	30,00
Os de lièvre	9,00	85,00	1,00	5,00
Os de poulet	6,00	72,00	1,50	20,50
Os de vipère	21,50	60,50	0,50	17,50

Composition des os de différents animaux, par M. DE BIBRA.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Faucon, fémur.	Coq, fémur.	Grenouille fémur.	Couleuvre vertèbre.	Saumon, vertèbre.	Brochet, vertèbre.
Phosphate de chaux et fluorure de calcium	61,76	59,82	59,48	59,41	56,64	42,73
Carbonate de chaux	6,66	10,89	2,25	7,82	1,01	9,88
Phosphate de magnésie	1,00	1,13	0,99	1,00	0,90	0,93
Sels	0,82	0,97	1,78	0,73	0,83	1,00
Cartilage	28,68	26,17	30,19	24,93	21,80	35,71
Graisse	1,08	1,02	5,31	6,11	18,82	9,75
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Composition du fémur d'un cerf, par M. Marchand.

Substance animale	7,25
Phosphate de chaux	54,15
Carbonate de chaux	19,26
Sulfate de chaux	12,24
Phosphate de magnésie	2,12
Fluorure de calcium	2,08
Oxydes de fer et de manganèse, perte	2,90
	100,00

Analyse de la partie minérale d'os de porc par M. Boussingault.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Porc nouveau-né.	Porc âgé de 8 mois.	Porc âgé de 14 mois.
Chaux unie à de l'acide phosphorique	46,7	49,94	51,1
Chaux unie à de l'acide carbonique	2,6	2,00	1,9
Magnésie	5,2	1,70	1,8
Sels alcalins	0,4	1,57	0,4
Acide carbonique	0,1	1,13	»
Acide phosphorique	45,0	43,66	44,8
	100,0	100,00	100,0

Os de poissons.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Crâne. de morue.	Os de brochet.	Épine dorsale du requin.	Crâne d'une grande raie.
Substance animale	43,94	37,36	57,07	78,46
Phosphate de chaux	47,96	55,20	32,46	14,20
Sulfate de chaux	»	»	1,87	0,83
Carbonate de chaux	5,50	6,16	2,57	2,61
Phosphate de magnésie	2,00	»	1,03	»
Sulfate de soude	»	»	0,80	0,70
Soude et chlorure de sodium	0,60	1,22	3,00	2,46
Fluorure de calcium, silice, alumine	»	»	»	»
Fer et perte	»	»	1,20	»
Fluorure de calcium, phosphate de magnésie et perte	»	»	»	0,74
	100,00	100,00	100,00	100,00
	Chevreul.	Duméril.	Marchand.	Marchand.

MALADIES DES OS.

Il existe plusieurs maladies qui altèrent les os. Nous citerons principalement :

La *carie*, maladie dans laquelle la partie calcaire des os se détruit sans que l'osséine paraisse subir de décomposition.

L'*exostose*, maladie qui consiste en une formation sur les os de petites tumeurs osseuses.

L'*ostéomalacie* et le *rachitisme*, pendant lesquels la partie minérale diminue à tel point, que les os deviennent mous et s'affaissent sous le poids du corps. L'osséine paraît s'altérer pendant le rachitisme, car elle ne donne plus de gélatine sous l'influence de l'eau bouillante.

L'*arthrite*, ou goutte, pendant laquelle il se dépose dans les articulations des concrétions connues sous le nom de *calculs arthritiques*.

Voici la composition des os dans ces diverses maladies :

Composition des os pendant la carie, par M. DE BIBRA.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Tibia pris au point d'amputation.	Tibia pris à 2 pouces de l'extrémité de l'articulation.	Fragment de l'articulation. Substance spongieuse.	Portion de l'astragale prise au milieu de la carie.	Portion de l'astragale au lieu de la résection.	Partie spongieuse de l'articulation cariée.	Ostéophytes.	Fémur.		Cubitus.
Substances inorganiques.....	61,80	42,10	31,96	18,54	66,53	34,50	53,65	61,83	38,27	50,61
Phosphate de chaux.....	51,02	32,74	25,83	12,99	58,34	25,88	45,20	54,03	32,57	44,91
Carbonate de chaux.....	8,01	7,24	4,45	4,22	6,34	7,01	6,73	5,87	4,28	4,25
Phosphate de magnésie.....	1,87	1,31	0,97	0,82	1,02	0,90	0,92	0,92	0,70	0,73
Sels solubles dans l'eau.....	0,90	0,81	0,71	0,70	0,83	0,71	0,80	0,71	0,72	0,72
Substances organiques.....	38,20	57,90	68,04	81,27	33,47	65,50	46,35	38,17	61,73	49,39
Cartilages.....	36,99	33,15	29,04	51,86	32,09	39,64	39,04	33,85	52,38	39,37
Graisse.....	1,21	24,75	39,00	29,41	1,38	25,86	7,31	4,32	9,35	10,02
Après déduction de la graisse :										
Cartilages.....	37,44	44,05	47,60	73,46	32,53	53,60	42,11	33,45	57,78	43,75
Sels terreux.....	62,56	55,95	52,40	26,54	67,47	46,40	57,89	64,55	42,22	56,25

Composition des exostoses (Lassaigne).

	Os sain environnant.	Exostose.
Matière organique	41,6	46,0
Sels solubles	8,6	10,0
Carbonate de chaux	8,2	14,0
Phosphate de chaux	41,6	30,0
	100,0	100,0

Composition des os dans le rachitisme.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Épine dorsale	Épine dorsale	Côtes.	Crâne.	Radius	Fémur.	Rotule.
Cartilages	79,75	74,64	49,77	65,85	63,42	69,77	70,60
Phosphate de chaux	13,60	13,25	33,60	26,92	28,11	23,50	23,23
Phosphate de magnésie	0,82	»	»	0,98	1,07	0,97	0,94
Carbonate de chaux	1,13	5,95	4,60	5,40	6,35	5,07	5,03
Sulfates de chaux et de soude	4,60	0,90	0,40	»	»	»	»
Matière grasse	»	5,26	»	11,63	»	»	»
Soude, fer, manganèse	»	»	»	0,85	1,05	0,69	0,64

Os d'un enfant rachitique (MARCHAND).

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Vertèbres.	Radius.	Fémur.	Sternum.
Cartilages	75,22	71,26	72,20	61,20
Graisse	6,12	7,50	7,20	9,34
Phosphate de chaux	12,56	15,11	14,78	21,35
Phosphate de magnésie	0,92	0,78	0,80	0,72
Carbonate de chaux	3,20	3,15	3,00	3,70
Sulfate de chaux Sulfate de soude	0,98	1,00	1,02	1,68
Fluorure de calcium Sel marin, fer, perte	1,00	1,20	1,00	2,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Os d'un rachitique (Bostock).

	Vertèbres.		Côtes.
Cartilages	79,75	73,64	59,77
Phosphate de chaux	13,60	13,25	33,60
Phosphate de magnésie	0,83	»	»
Carbonate de chaux	1,13	5,95	4,60
Sulfates de chaux et de soude	4,70	0,90	0,40
Graisse	»	5,26	1,73
	100,00	100,00	100,00

Composition d'os d'individus arthritiques (SÉBASTIEN).

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Os de la cuisse.	Os de l'avant-bras.
Substance animale	46,32	45,96
Phosphate de chaux	42,12	43,18
Carbonate de chaux	8,24	8,50
Phosphate de magnésie	1,01	0,99
Fluorure de calcium, soude, sel marin, perte	2,31	1,37
	100,00	100,00

OS FOSSILES.

Le tissu organique d'un os exposé à l'air disparaît peu à peu, et il ne reste plus, au bout d'un certain temps, que la substance calcaire. Cette décomposition s'opère encore lorsque l'os est placé dans la terre, mais elle est si lente, qu'on retrouve souvent des matières organiques dans les os restés enfouis pendant plusieurs siècles dans le sol.

Ces os, auxquels on donne, dans ce dernier cas, le nom d'os fossiles, ont été analysés par quelques chimistes, principalement par MM. Girardin et Pressier. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

Analyse d'os fossiles des sables marins tertiaires par Marcel de Serres.

Eau	7,0
Matière organique	traces
Phosphate de chaux mêlé d'oxyde de fer	78,5
Carbonate de chaux	14,0
Carbonate de manganèse et fluorure de calcium	0,5
	100,0

Analyse d'os fossiles de la caverne de Lunel-Viel par Marcel de Serres.

Eau	8,8
Matière organique et fluorure de calcium	traces
Phosphate de chaux	74,0
Carbonate de chaux	10,5
Silice et oxyde de fer	4,1
Perte	2,6
	100,0

Analyse d'os fossiles par MM. GIRARDIN *et* PRESSIER.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Plesiosaurus de l'argile de Dives.	Pœcilopleuron Bucklandii de Caen, tissu spongieux.	Pœcilopleuron tissu compacte.	Ours fossile de Mialet.
Eau	2,20	»	»	1,30
Matière organique	4,80	1,25	1,30	7,17
Phosphate de chaux	54,20	74,80	71,12	75,45
Phosphate de magnésie	4,61	»	»	2,81
Phosphate de fer	6,40	1,21	0,12	»
Carbonate de chaux	10,17	20,43	25,31	12,18
Fluorure de calcium	2,11	1,50	0,86	1,09
Silice	9,21	0,81	1,29	»
Alumine	6,30	»	»	»
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'un os d'élan gigantesque d'Irlande par Apjohn Stokes.

Cartilages	48,87
Phosphate de magnésie avec fluorure de calcium	43,45
Carbonate de chaux	9,14
Peroxyde de fer	1,02
Silice	1,14
	103,62

Analyse d'os fossiles.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Fossile de Garloureuth.		Fossile de Montmartre.
Substance animale	4,20	16,24	»
Phosphate de chaux	62,11	56,01	65,00
Carbonate de chaux	13,24	13,12	7,00
Sulfate de chaux	12,25	7,14	28,00
Fluorure de calcium	2,12	1,96	»
Phosphate de magnésie	0,50	0,30	»
Acide silicique	2,12	2,15	»
Oxydes de fer et de manganèse	2,12	2,00	»
Eau et traces de matière animale	»	»	10,00
Soude, perte	1,34	1,08	»
	100,00	100,00	
	MARCHAND.		VAUQUELIN.

Analyse d'os fossiles par MM. GIRARDIN *et* PRESSIER.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Ichthyosaure de l'argile de Dives.	Ichthyosaure de la craie chloritée.	Ichthyosaure de la craie jurassique.	Lamentin du terrain tertiaire de Valognes.
Eau	quantité insensible	quantité insensible	0,60	»
Matière organique	1,34	8,19	7,07	»
Sous-phosphate de chaux	46,00	76,00	70,11	76,40
Phosphate de magnésie	1,00	1,08	1,45	»
Carbonate de chaux	31,09	10,00	17,12	0,97
Phosphate de fer et de manganèse	16,34 de fer seul	0,70	»	5,71
Fluorure de calcium	1,02	1,02	1,65	9,12
Silice	8,21 avec alumine	3,01	2,00	7,80
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'os fossiles.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Fossiles de Chavaignes.	Tibia d'hippopotame.	Os de rhinocéros.	Côte d'un poisson fossile trouvé à Lyme.
Eau	»	2,0	10,0	8,0
Matière animale	»	5,0	2,0	3,0
Sulfate de chaux mêlé de matière animale	1,5	»	»	»
Phosphate de chaux	»	50,0	60,0	50,0
Phosphate de fer	67,5	»	»	»
Alumine	1,0	10,0	»	15,0
Carbonate de chaux	4,5	5,0	28,0	19,0
Fluorure de calcium	15,5	»	»	»
Matière terreuse étrangère	»	»	»	»
Oxyde de fer	»	4,0	»	»
Silice	»	24,0	»	5,0
	90,0	100,0	100,0	100,0
	M. CHEVREUL.			BRANDES.

Fossiles de la caverne d'Argou, près de Vingrau (Pyrénées-Orientales).

Eau	10
Matière organique	2
Phosphate de chaux	64
Carbonate de chaux	20
Phosphate de magnésie, silice, alumine, oxydes de fer et de manganèse	4
	100

(M. DE SERRES.)

Analyse de divers os fossiles (FREMY).

NOMS DES OS.	Cendres.	Phosphate de chaux.	Phosphate de magnésie.	Carbonate de chaux.	Matières siliceuses et fluorure de calcium.	Matière organique.
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston, métatarsien, partie extérieure ayant l'aspect du bois	80,4	71,1	1,5	11,8	»	10,3
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston, métatarsien, partie intérieure devenue très-friable	80,6	71,5	1,7	11,3	»	11,0
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston, métatarsien, partie spongieuse	84,2	63,3	1,2	5,2	17,2	8,0
Rhinocéros fossile de Sansan (Gers), vertèbres	83,4	59,0	»	41,3	2,6	traces
Rhinocéros fossile de Sansan (Gers), côtes	83,1	66,8	»	27,5	1,4	traces
Hyène fossile (cavernes de Kirkdale), os long	75,5	72,0	1,3	4,7	»	20,0
Rhinocéros fossile, vertèbres dorsales	69,5	25,7	0,4	57,5	8,5	»
Rhinocéros fossile, humérus	73,0	32,4	0,4	64,0	6,2	»
Rhinocéros fossile, dents	90,4	65,2	0,7	13,8	14,5	»
Mastodonte fossile, défense	90,4	56,5	0,7	13,1	24,3	»
Ours fossile, partie dense de l'os	83,9	59,7	0,4	23,6	9,8	»
Ours fossile, partie spongieuse	70,7	23,1	1,2	67,5	14,0	»
Tatou fossile, écailles	80,7	55,0	0,4	23,8	12,4	»
Anoplotherium fossile, vertèbres caudales	84,0	53,1	0,4	20,4	19,4	»
Tortue fossile, vertèbres	87,0	61,1	0,7	10,6	18,6	»

Ces analyses conduisent aux conclusions suivantes :

1° Dans un os fossile, l'osséine est plus ou moins détruite et remplacée alors par différentes matières minérales.

2° La proportion de substance organique qui reste dans un os fossile est très-variable : certains os en contiennent à peine quelques traces; d'autres en renferment jusqu'à 20 pour 100. Cette osséine des os fossiles présente toutes les propriétés de l'osséine que l'on retire des os ordinaires; elle se transforme en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante.

3° Les substances minérales qui incrustent les os fossiles sont principalement la silice, le sulfate de chaux, le fluorure de calcium et surtout

le carbonate de chaux; la proportion de ce dernier sel peut s'élever quelquefois dans un os fossile, jusqu'à 67 pour 100. La silice qui incruste un os fossile est à l'état de quartz, c'est-à-dire sous la modification insoluble dans les acides et les alcalis étendus.

4° L'incrustation minérale s'est faite en général d'une manière plus complète dans les os spongieux que dans les os denses.

5° L'analyse d'un os fossile peut faire connaître la nature du terrain dans lequel il a été déposé : dans un terrain crétacé, l'os fossile est toujours incrusté de carbonate de chaux; on trouve au contraire en abondance de la silice dans un os fossile qui sort d'un terrain riche en matière siliceuse.

6° Il ne paraît pas possible de déterminer, même approximativement, l'âge d'un os fossile en appréciant la quantité d'osséine qu'il retient, car la proportion de cette substance, qui reste dans l'os, dépend principalement du degré de porosité de la substance osseuse. On a trouvé, en effet, dans le même os fossile, des proportions variables de matière organique, en soumettant à des analyses comparatives la partie dense et la partie spongieuse d'un os.

7° On retrouve à peu de chose près dans quelques os fossiles la quantité de phosphate de chaux tribasique qui existe dans l'os ordinaire ; dans d'autres os fossiles, au contraire, la proportion de phosphate de chaux diminue considérablement et tombe à 25 pour 100.

8° La proportion de phosphate de magnésie n'éprouve pas de variation bien sensible ; elle diminue cependant lorsque le phosphate de chaux est remplacé par du carbonate de chaux ou des substances siliceuses.

Nous donnons ici l'analyse de plusieurs os gallo-romains ou celtiques. On voit que dans ces os l'incrustation des matières minérales a déjà commencé.

Analyse de divers os par MM. Girardin et Pressier.

	Vertèbre d'enfant gallo-romain.	Squelette celtique.	Squelette romain.
Silice	»	»	1,90
Matière organique	»	3,8	0,81
Sous-phosphate de chaux	78,29	80,2	76,38
Carbonate de chaux	10,49	13,2	10,13
Phosphate de magnésie	7,91	1,3	8,20
Phosphate de fer	»	1,5	2,58
Carbonate de cuivre	3,31	»	»
	100,00	100,00	100,00

MÉTHODE D'ANALYSE DES OS.

La détermination exacte des éléments contenus dans les os offre une importance incontestable, et permet de résoudre certaines questions

physiologiques. Nous ferons donc connaître une des méthodes employées pour doser ces éléments. (FREMY.)

Dosage de l'osséine.

Pour déterminer la proportion d'osséine contenue dans un os, il faut réduire les os en lames minces, au moyen d'une scie, et les traiter ensuite à froid par une liqueur acide contenant environ un dixième de son volume d'acide chlorhydrique concentré.

Lorsqu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, ce qui a lieu ordinairement au bout de trente-six heures, on lave l'osséine avec de l'eau froide et on la dessèche à 130°.

Dosage de la chaux.

On dose la chaux en dissolvant 300 ou 400 milligrammes d'os dans l'acide chlorhydrique bouillant et étendu de la moitié de son volume d'eau. La dissolution se fait en quelques minutes; la liqueur est en général limpide, ou du moins elle ne retient en suspension que des traces de matières grasses et albumineuses qui ne nuisent pas à l'opération.

La liqueur est saturée par l'ammoniaque, jusqu'au point où le phosphate de chaux commence à se précipiter, et en ayant surtout le soin d'éviter l'élévation de température résultant de la combinaison de l'ammoniaque avec l'acide chlorhydrique en excès qui se trouve dans la liqueur : dans ce but, on entoure d'eau froide le ballon de verre dans lequel se fait la réaction; sans cette précaution, le phosphate de chaux deviendrait insoluble dans l'acide acétique.

Lorsque l'acide chlorhydrique a été saturé par l'ammoniaque, et que le phosphate de chaux commence à se déposer, la liqueur est additionnée d'acide acétique, la chaux est précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, et dosée ensuite à l'état de sulfate de chaux.

Dosage de l'acide phosphorique.

Quand la liqueur obtenue en faisant dissoudre la substance osseuse dans l'acide chlorhydrique a été débarrassée de la chaux par la méthode décrite précédemment, on la rend alcaline par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque, puis on y verse une dissolution de sulfate de magnésie contenant du sel ammoniac et ne précipitant plus par l'ammoniaque. Il se produit immédiatement un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien; la liqueur est conservée plusieurs heures avant d'être filtrée, parce que la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien n'est complète qu'au bout d'un certain temps. Le sel est alors jeté sur un filtre, lavé à l'eau ammoniacale et calciné, en prenant les précautions ordinaires, c'est-à-dire en chauffant la plus grande quantité du phosphate dans l'intérieur du creuset, et le filtre dans le couvercle

du creuset. Le poids du phosphate de magnésie fait connaître la quantité d'acide phosphorique contenue dans la substance osseuse.

Ce mode de dosage présente pour les analyses d'os une exactitude suffisante.

Dosage de la magnésie.

On traite une nouvelle portion d'os par l'acide chlorhydrique étendu d'eau; la chaux est séparée au moyen de l'oxalate d'ammoniaque. La liqueur, rendue légèrement ammoniacale, est soumise à l'agitation et conservée pendant plusieurs heures à une température modérée : il se forme alors un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, dont le poids permet de déterminer la proportion de magnésie contenue dans l'os.

Dosage de l'ammoniaque.

Quand on soumet de la poudre d'os à l'action d'une dissolution étendue et froide de potasse, ou mieux à celle d'un lait de chaux, il se dégage de l'ammoniaque.

Cette production d'ammoniaque ne peut pas être attribuée à la décomposition de l'osséine par les alcalis, car l'osséine pure, traitée par la même dissolution alcaline, ne dégage pas d'ammoniaque.

Il est probable alors que l'ammoniaque existe dans les os à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Du reste, la présence de ce sel dans la substance osseuse ne doit pas étonner, car on sait qu'il accompagne dans presque toutes les circonstances le phosphate de chaux et le phosphate de magnésie.

La quantité d'ammoniaque qui existe dans les os se détermine en traitant d'abord 10 à 15 grammes d'os par l'acide chlorhydrique très-faible; la liqueur acide est décantée, puis soumise à l'action d'un excès de soude. L'expérience se fait dans un ballon qui communique avec un appareil de Liebig contenant de l'acide chlorhydrique; le chlorhydrate d'ammoniaque ainsi formé est dosé par la méthode ordinaire, au moyen du chlorure de platine ammoniacal.

Dosage de l'acide carbonique.

La proportion d'acide carbonique contenue dans la substance osseuse est déterminée en dissolvant 3 à 4 grammes d'os dans un liquide acide, et en appréciant, au moyen de la balance, l'acide carbonique sec qui se dégage pendant cette dissolution. L'appareil servant à ce dosage se compose d'un petit flacon dans lequel, à un moment donné, l'acide peut réagir sur l'os; le gaz acide carbonique passe à travers un petit tube contenant du chlorure de calcium ou de la ponce sulfurique; lorsque l'expérience est terminée, on peut, au moyen d'une aspiration, remplacer l'acide carbonique qui se trouve dans l'intérieur de l'appareil par

de l'air sec. Ce petit appareil peut être placé facilement sur le plateau d'une balance; son poids ne dépasse pas 60 à 70 grammes. La perte de poids qu'il éprouve pendant la dissolution de l'os dans l'acide représente exactement l'acide carbonique qui s'est dégagé; le poids de cet acide fait connaître celui du carbonate de chaux.

Le dosage du fluorure de calcium et la petite quantité de sels solubles que renferment les os offrent peu d'intérêt au point de vue physiologique; d'ailleurs, quelques-uns de ces éléments s'y trouvent en proportion tellement faible, que leur dosage devient difficile.

CONCRÉTIONS ARTHRITIQUES.

Il se forme parfois dans les articulations des goutteux des concrétions dures et blanches que l'on désigne sous le nom de *concrétions arthritiques*. Plusieurs de ces concrétions ont été analysées; voici leur composition :

Eau	8,3	10,3
Chlorure de potassium	»	2,2
Matière animale	16,7	19,5
Acide urique	16,7	20,0
Soude	16,7	20,0
Chaux	8,3	10,0
Chlorure de sodium	16,7	18,0
Perte	16,6	»
	100,0	100,0
	(M. Laugier.)	(M. Wurtzer.)

DENTS.

Les dents se composent de deux parties distinctes : la *couronne* et la *racine*. Elles renferment trois substances différentes : l'*émail*, l'*ivoire* et le *cément*.

L'*émail* est la matière compacte, dure et blanche, qui existe tantôt à l'intérieur, tantôt à la surface des dents, et que l'on parvient à détacher en chauffant la dent à 120°. Il est formé de fibres prismatiques très-nombreuses au sommet de la couronne, et dont la quantité décroît jusqu'à la racine, où commence une lamelle (*cément*) dont la nature se rapproche de celle des os.

Quand on traite l'émail d'une dent par l'acide chlorhydrique, plusieurs sels minéraux se dissolvent, et l'on obtient une matière organique différente de l'osséine; en effet, cette matière ne se transforme pas en gélatine par l'action de l'eau bouillante.

L'*ivoire* forme l'intérieur de la couronne et de la racine; sa structure est analogue à celle de l'os : il est creux, et reçoit, dans l'espèce de canal intérieur qui le parcourt longitudinalement, les vaisseaux par lesquels arrivent les sucs nourriciers. Les acides dissolvent les sels calcaires de l'ivoire, et laissent pour résidu une substance qui peut se convertir en gélatine.

Le *cément* est la matière qui recouvre la dent à partir de la couronne; sa composition est la même que celle des os.

Voici la composition chimique des dents :

Dents de l'homme, par M. Pepys.

Cartilages	28	20	20
Phosphate de chaux	58	64	62
Carbonate de chaux	4	6	6
Perte	10	10	12
	100	100	100

Dents de l'homme, par Berzelius.

Cartilages et vaisseaux	»	28,0
Phosphate de chaux et fluorure de calcium	88,5	64,4
Carbonate de chaux	8,0	5,3
Phosphate de magnésie	1,5	1,0
Soude, chlorure de sodium	»	1,4
Alcali, eau, matière animale	2,0	»
	100,0	100,0

Composition des dents de l'homme et des animaux.

ORIGINE DES DENTS.	MATIÈRE organique.	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.
Dents d'un enfant d'un jour	35,00	51,00	14,00
Dents d'un enfant de six ans	28,57	60,01	11,42
Dents d'un homme adulte	29,00	61,00	10,00
Dents d'un vieillard de quatre-vingt-un ans	33,00	66,00	1,00
Dents d'une momie d'Égypte	29,00	55,50	15,50
Dents de devant d'un lapin	31,20	59,50	9,30
Molaires d'un lapin	28,50	63,70	7,80
Molaires d'un sanglier	29,40	63,00	6,80
Défenses d'un sanglier	26,80	69,00	4,20
Défenses d'hippopotame	25,10	72,00	2,90
Molaires d'un cheval	29,10	62,00	0,90
Dents de devant d'un cheval	31,80	58,30	10,00
Dents de devant d'un bœuf	28,60	64,00	8,00
Dents d'oryctérope	27,30	65,90	6,80
Dents de gavial	30,30	61,60	8,10
Dents de couleuvre à collier	30,00	76,30	3,70
Crochets à venin de la vipère	21,00	73,80	5,20
Dents de carpe	35,00	49,00	16,00
Dents de requin	33,50	52,60	13,80

(M. Lassaigne.)

Émail des dents d'hippopotame.

Matière organique insoluble dans l'acide chlorhydrique....	3,0
Phosphate de chaux.....	86,6
Carbonate de chaux.....	3,4
Magnésie	traces
Matière organique soluble dans l'acide chlorhydrique, sels alcalins, fluorure de calcium, etc.....	7,0
	100,0

Ivoire des dents d'hippopotame.

Chaux.	35,3
Magnésie.....	2,9
Acide phosphorique.....	28,3
Acide carbonique.....	2,8

(M. Fremy.)

Défense de narval.

	Partie extérieure.	Partie intérieure.
Phosphate de chaux	51,50	53,32
Carbonate de chaux.....	5,96	3,55
Phosphate de magnésie.....	4,60	3,20
Fluorure de calcium.....	2,34	1,74
Eau	11,01	11,53
Matière organique	24,59	26,66
	100,00	100,00

(M. Joy.)

Dents d'éléphant.

	Partie osseuse.	Email.
Phosphate de chaux	67,94	47,51
Phosphate de magnésie.....	1,93	0,53
Carbonate de chaux.....	18,45	10,83
Oxyde de fer.....	traces	1,63
Alumine	»	0,72
Silice.....	»	0,24
Fluorure de calcium.....	»	1,24
Eau.....	6,26	9,63
Matière organique	6,38	28,57
	100,00	100,00

(M. Wicke.)

Analyses diverses de dents (partie inorganique).

NOMS DES PARTIES DE LA DENT.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.
Dent d'un bœuf, cément.....	67,1	60,7	1,2	2,9
Dent d'un bœuf, émail.....	96,9	90,5	traces	2,2
Dent d'un bœuf, ivoire.....	74,8	70,3	4,3	2,2

(FREMY.)

Ces dernières analyses conduisent aux conséquences suivantes :

L'émail des dents s'éloigne entièrement de la substance osseuse par sa composition chimique. Il ne contient pas plus de 2 à 3 pour 100 de substance organique, et 3 à 4 centièmes de carbonate de chaux : il est donc presque exclusivement formé de phosphate de chaux, dont la proportion peut aller jusqu'à 90 pour 100.

L'ivoire paraît avoir à peu près la composition des os; toutefois, dans cette substance, les proportions des phosphates de chaux et de magnésie sont souvent plus fortes que dans les os proprement dits.

Le cément est identique, quant à sa composition, avec la substance osseuse.

Nous donnons ici la composition de quelques dents fossiles :

Dents fossiles d'ours.

Alumine.....	»	10,0
Oxydes de fer et de manganèse.....	»	3,0
Phosphate de chaux.....	70,0	37,0
Phosphate de magnésie et fluorure de calcium.	»	15,0
Silice.....	»	35,0
Cartilage.....	14,0	»
Carbonate de chaux.....	16,0	»
	100,0	100,0

(LASSAIGNE.)

Défense d'éléphant fossile.

Phosphate de chaux.....	75,91
Phosphate de magnésie.....	3,05
Carbonate de chaux.....	18,40
Fluorure de calcium.....	2,64
	100,00

(MM. GIRARDIN et PRESSIER.)

Dents fossiles de rhinocéros.

Phosphate de chaux	70,0	50,0
Carbonate de chaux	6,0	19,0
Substance terreuse	20,0	»
Silice	»	5,0
Alumine	»	15,0
Matière animale	4,0	3,0
Eau		8,0
	100,0	100,0

(BRANDES.)

BOIS DES RUMINANTS.

Les bois des animaux présentent la plus grande analogie par leur composition avec la partie spongieuse d'un os. Les substances organiques et inorganiques sont les mêmes dans les deux cas et se trouvent à peu près associées dans les mêmes proportions.

Les bois des animaux diffèrent donc complétement des cornes que l'on trouve chez les animaux ruminants.

Voici les quantités de cendres que laissent à l'incinération les bois de différents animaux :

Renne adulte	67,5 pour 100.
Renne (jeune bois)	47,2
Daim adulte	57,4
Biche de France	66,8
Cerf (jeune bois)	46,1
Cerf de France, cinq ans	61,9
Cerf de France, sept ans	62,6

La partie minérale est donc plus abondante dans les bois anciens que dans les jeunes bois.

Les substances inorganiques qui existent dans les bois d'animaux sont, comme pour les os, le phosphate de chaux, le phosphate de magnésie et le carbonate de chaux.

Les analyses suivantes démontrent que les sels contenus dans les bois d'animaux sont à peu près dans les mêmes proportions que dans les os.

NOMS DES BOIS.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.	CENDRES.
Bois de cerf de France de 5 ans.	58,1	traces	3,8	61,9
Bois de cerf commun de 7 ans.	58,8	traces	6,1	62,6

SQUELETTE TÉGUMENTAIRE DES INSECTES ET DES CRUSTACÉS.

L'enveloppe extérieure des insectes et des crustacés se compose, comme les os, d'une matière organique et de sels calcaires.

La matière organique a reçu le nom de *chitine;* ses propriétés ont déjà été décrites.

Les sels calcaires sont le carbonate et le phosphate de chaux.

Ces deux sels se trouvent irrégulièrement déposés sur l'épiderme tégumentaire, car leur proportion varie entre 37 et 47 pour 100.

Les *tests de langoustes* sont formés de :

Phosphate de chaux	6,7
Carbonate de chaux	49,0
Matière organique	44,3
	100,0

On trouve dans les *tests d'écrevisses :*

Phosphate de chaux	6,7
Carbonate de chaux	56,8
Matière organique	36,5
	100,0

(Fremy.)

Les *tests de homards* et de *crabes* présentent la composition suivante :

	Homards.	Crabes.
Phosphate de chaux	3,32	6,0
Phosphate de magnésie	1,20	1,0
Carbonate de chaux	47,26	62,8
Matière organique	44,76	28,6
Sels de soude	1,50	1,6

(M. Chevreul.)

MATIÈRE COLORANTE DES TESTS DE CRUSTACÉS.

Les tests de crustacés sont colorés par une matière extrêmement altérable que l'on est parvenu à isoler dans ces derniers temps. Cette substance existe également dans les œufs de homard, auxquels elle communique une teinte verdâtre.

La matière colorante des tests de crustacés est verte, résineuse et incristallisable; elle se modifie très-facilement et devient d'un beau rouge. Cette transformation s'opère par la dessiccation, même à la température ordinaire.

Les sels qui ont de l'affinité pour l'eau peuvent convertir la matière colorante verte des crustacés en substance rouge. Les sels qui ne se

combinent pas avec l'eau n'exercent aucune action sur cette matière colorante.

La teinte rouge se manifeste rapidement dans le vide. Le frottement, l'alcool, l'éther, les acides, la font immédiatement apparaître. Il n'existe pas, comme on le voit, dans l'organisation végétale ou animale, de substance colorante comparable à celle des tests de crustacés, et se modifiant avec autant de facilité par l'action des agents chimiques. L'eau est le seul dissolvant qui ne lui fait subir aucune altération.

Le changement de couleur par le frottement explique pourquoi les anatomistes qui ont recherché la cause de la coloration des écrevisses par la cuisson ont toujours vu de la matière rouge sous la couche mince qu'ils enlevaient pour observer le test au microscope. Le frottement du scalpel sur les utricules faisait rougir la substance verte.

De même lorsque, pour obtenir la matière colorante des tests de crustacés, on appliquait les méthodes ordinaires, telles que l'action de la chaleur, celle des dissolvants neutres, la dessiccation, etc., à l'extraction de cette substance, on ne l'isolait que sous la modification rouge. Les propriétés de la matière verte ne pouvaient donc pas être étudiées, puisque les réactifs ne permettaient de l'obtenir que modifiée.

Lorsque l'identité de la matière colorante des tests de crustacés et de celle des œufs de homard fut constatée, on put se procurer facilement cette substance en écrasant les œufs de homard, filtrant la matière albumineuse qui en sort, et l'étendant d'une certaine quantité d'eau : la matière colorante se précipite en conservant la teinte verte qu'elle présente dans les œufs. (MM. VALENCIENNES et FREMY.)

ÉCAILLES, COQUILLES ET PRODUCTIONS CALCAIRES DES MOLLUSQUES ET DES ZOOPHYTES.

Les écailles d'*huître* sont formées de :

Phosphate de chaux	1,2
Carbonate de chaux	98,6
Matière organique	0,5

(BUCHOLZ et BRANDES.)

Les *moules* et les *perles* se composent de carbonate et de phosphate de chaux que réunit un tissu membraneux.

Composition de la nacre de perle.

Matière organique	2,5
Carbonate de chaux	66,0
Eau et perte	31,5
	100,0

(M. MÉRAT-GUILLOT.)

La plupart des coquilles ont été analysées dans ces derniers temps. Il résulte de ces analyses que si l'on en excepte 1 ou 2 centièmes de phosphate de chaux, les coquilles sont formées presque exclusivement de carbonate calcaire.

L'étude de la partie organique des coquilles présente de l'intérêt : la matière qui les colore est azotée; elle se détruit immédiatement par l'action des acides les plus faibles ou sous l'influence d'une température peu élevée; elle est identique avec la substance rouge qui colore le corail.

Certaines espèces de coquilles contiennent une substance organique particulière, qui a reçu le nom de *conchioline*. Les propriétés de cette matière ont déjà été étudiées.

Lorsque les coquilles passent à l'état fossile, elles subissent sans doute une espèce d'incrustation des matières étrangères extérieures, analogue à celle qu'éprouvent les os dans les mêmes circonstances : on trouve en effet, dans les coquilles fossiles, de l'oxyde de fer et du sulfate de chaux; la matière organique disparaît peu à peu.

Analyse comparée de coquilles modernes et de coquilles fossiles par MM. MARCEL DE SERRES *et* FIGUIER.

	Huîtres vivantes.	Huîtres pétrifiées.	Huître pétrifiée.	Pecten glaber vivant.	Pecten glaber pétrifié.	Pecten glaber pétrifié.	Vénus vivante.	Vénus pétrifiée.
Matières animales.....	3,9	1,0	0,8	3,0	0,9	0,7	3,0	1,0
Carbonate de chaux....	93,9	96,8	95,5	96,0	96,7	96,7	96,6	97,9
Carbonate de magnésie.	0,3	0,1	1,4	traces	0,8	0,4	traces	traces
Oxyde de fer.....	traces	»	0,8		0,5	1,4		0,5
Sulfate de chaux.....	1,4	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8	0,3	0,6
Phosphate de chaux....	0,5	1,4	»	0,3	»	»	0,1	»
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,9	100,0

L'*os de sèche* renferme beaucoup de chitine; la partie minérale de cette espèce de bouclier est formée en grande partie de carbonate de chaux.

Voici la composition de l'os de sèche :

Matière animale.....	11
Carbonate de chaux avec trace de phosphate de chaux.....	85
Eau et très-petite quantité de magnésie.....	4
	100

(JOHN.)

La *plume de calmar* contient de la chitine. La même substance se retrouve encore dans les *vélelles* des côtes de Bretagne.

Les axes calcaires des pennatules présentent la composition suivante :

Phosphate de chaux	23,70	16,00
Carbonate de chaux	44,26	53,57
Matière organique soluble dans les acides	15,64	19,33
Matière organique insoluble dans les acides	16,40	11,10
	100,00	100,00

(Fremy.)

Ils laissent à l'incinération des quantités variables de cendres :

Pennatula spinosa	40,0 pour 100.
Pennatula grisea	31,2
Pennatula phosphorea	45,2
Autre espèce de Pennatula phosphorea	48,0

Les analyses précédentes démontrent que ces axes calcaires offrent une certaine analogie avec la substance osseuse, puisqu'ils contiennent comme elle une partie organique et une partie calcaire composée de phosphate et de carbonate de chaux; mais on voit que, d'une part, le carbonate de chaux s'y trouve en quantité beaucoup plus forte que dans les os, et, d'une autre part, que la substance organique n'est pas formée d'osséine, puisqu'elle renferme une matière qui est insoluble dans les acides.

La petite quantité de phosphate de chaux contenue dans ces axes établit également une différence bien tranchée entre les os des vertébrés et les productions calcaires des zoophytes.

La plupart des madrépores sont très-riches en carbonate de chaux.

Le *corail rouge* contient des carbonates de chaux et de magnésie, agglomérés par 1 centième environ de matière animale, et colorés en rouge par une substance peu connue.

Composition du corail rouge.

Carbonate calcaire	53,50
Matière organique	0,50
Eau et perte	46,00
	100,00

(Mérat-Guillot.)

Composition du corail blanc.

Carbonate de chaux	50,00
Matière organique	1,50
Eau et perte	48,50
	100,00

(Mérat-Guillot.)

Coralline articulée.

Carbonate de chaux	49,00
Matière organique	7,50
Eau et perte	43,50
	100,00

(MÉRAT-GUILLOT.)

Le corail s'éloigne donc complétement des os par sa composition.

On a trouvé dans certains madrépores une matière colorante rouge qui devient violette sous l'influence des alcalis. (VAUQUELIN.)

ORGANES DES ANIMAUX.

ŒIL.

Sclérotique. — Cette membrane, qui enveloppe le plus grand globe de l'œil, est formée d'un tissu qui se convertit en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante, ne laissant qu'un faible résidu composé de vaisseaux. L'acide chlorhydrique bouillant la contracte, puis la dissout rapidement. L'acide acétique la transforme en une gelée soluble dans l'eau. Le cyanoferrure de potassium et la potasse ne produisent aucun trouble dans la dissolution de cette gelée.

Voici la composition en centièmes de la sclérotique :

Carbone	50,995
Hydrogène	7,075
Azote	18,723
Oxygène	23,207
	100,00

(M. SCHERER.)

Cornée. — La cornée est composée de tissus qui donnent de la gélatine sous l'influence de l'eau bouillante. Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique.

L'acide acétique contracte d'abord la cornée, puis il la dissout entièrement; la dissolution est précipitée par la potasse et le cyanoferrure de potassium : ce caractère permet de distinguer facilement la cornée de la sclérotique.

Choroïde. — La choroïde est un tissu noir qui donne de la gélatine par la coction avec l'eau.

Rétine. — Cette matière est molle et demi-transparente : sa compo-

sition se rapproche de celle du cerveau. Les physiologistes la considèrent comme une expansion du nerf optique.

La rétine renferme :

Eau	92,90
Matière grasse saponifiable et matière grasse phosphorée.	0,85
Albumine	6,25
	100,00

(M. Lassaigne.)

Pigment noir de l'œil. — Le pigment noir de l'œil est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'acide azotique, l'acide chlorhydrique et l'acide acétique concentrés. Il se dissout à l'ébullition dans la potasse caustique. Quand on le chauffe au contact de l'air, il brûle en répandant une odeur désagréable, et laisse un faible résidu de cendres contenant du fer.

La matière organique qui forme le pigment noir de l'œil présente la composition suivante :

Carbone	58,273	58,672	57,908
Hydrogène	5,973	5,962	5,817
Azote	13,768	13,768	13,768
Oxygène	21,986	21,598	22,567
	100,000	100,000	100,000

(M. Scherer.)

Cristallin. — On donne le nom de *cristallin* au corps de forme lenticulaire qui se trouve derrière la pupille.

Le cristallin est entouré d'une membrane dont les cellules renferment une liqueur incolore et diaphane qui contient une matière albumineuse peu connue. Lorsqu'on traite le cristallin par l'acide azotique bouillant, il devient blanc à l'extérieur et jaune à l'intérieur; on peut alors le séparer en fils déliés ayant l'aspect de la soie écrue.

Dans quelques circonstances, le cristallin perd sa transparence, par suite de la coagulation de la matière albumineuse qu'il renferme : le genre de cécité qui résulte de ce changement d'état est désigné sous le nom de *cataracte*.

Nous donnons ici la composition du cristallin :

Cristallin transparent.

Eau	58,0
Extrait aqueux et sels	2,6
Extrait alcoolique et sels	1,3
Membrane	2,4
Matière albumineuse	35,9
	100,0

(Berzelius.)

Cristallin opaque de l'œil d'un cheval.

Matière albumineuse coagulée	29,3
Phosphate de chaux	51,4
Carbonate de chaux	1,6
Substance soluble dans l'eau et sels	17,7
	100,0

(M. Lassaigne.)

Iris. — Cette partie de l'œil est formée principalement de fibrine.

CŒUR.

Le cœur est le point de réunion des vaisseaux sanguins. Ce viscère se compose essentiellement de fibrine. Les physiologistes le considèrent comme un muscle. On peut donc lui appliquer les caractères propres à la substance musculaire.

Voici la composition du cœur du bœuf :

	Berzelius.	Braconnot.	Schutz.
Eau	77,17	77,03	77,50
Fibrine, tissu cellulaire, nerfs, vaisseaux, etc.	17,70	17,18	15,00
Albumine et matière colorante	2,20	2,70	4,30
Extrait aqueux et sels	1,05	1,15	1,80
Extrait alcoolique et sels	1,80	1,94	1,32
Phosphate de chaux et matière albumineuse	0,08	»	»
Graisse et perte	»	»	0,08
	100,00	100,00	100,00

Les cendres laissées par le cœur à l'incinération se composent, sur 1000 parties, de :

	Homme.	Femme.	Chat.
Chlorure de sodium	0,310	0,443	0,135
Sulfate de soude	0,392	traces	traces
Phosphates à base d'alcali	5,859	6,986	9,175
Phosphates alcalino-terreux	2,639	0,874	1,017
	9,200	8,303	10,327

(M. de Bibra.)

ARTÈRES.

Les artères sont composées de trois tuniques différentes qui s'appliquent exactement l'une sur l'autre. La première est formée de tissu cellulaire : elle présente les propriétés de ce tissu. La seconde, qui paraît caractériser plus spécialement les vaisseaux artériels, est fibreuse, élas-

tique, peu altérable au contact de l'air, insoluble dans l'eau, dans l'acide acétique, soluble dans l'acide sulfurique, dans l'acide chlorhydrique et dans les alcalis.

On l'a trouvée composée, en centièmes, de :

	I.	II.
Carbone	53,750	53,395
Hydrogène	7,079	6,971
Azote	15,360	15,360
Oxygène	23,811	24,274
	100,000	100,000

(M. Scherer.)

La troisième tunique des artères est cassante, tout en présentant une certaine élasticité ; sa composition n'est pas encore bien connue : elle laisse à l'incinération 0,39 pour 100 de cendres.

Il se forme fréquemment dans les artères des vieillards des concrétions crétacées que l'on a comparées souvent à des os. Les sels calcaires qui produisent ces points osseux sont les mêmes que ceux qui existent dans les os et ils s'y trouvent dans les mêmes proportions; mais la substance organique qui existe dans ces concrétions n'est pas de l'osséine, elle ne se dissout pas sous l'influence de l'eau bouillante et ne se change pas en gélatine.

Sous ce rapport, les substances crétacées qui ossifient les artères des vieillards s'éloignent par leur composition des os proprement dits.

Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 88 ans.

Cendres	74,2
Chaux	42,4
Acide phosphorique	30,2
Acide carbonique	5,2
Magnésie	traces

(Frémy.)

Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 88 ans.

Cendres	78,2
Chaux	48,9
Acide phosphorique	28,9
Acide carbonique	4,0
Magnésie	traces

(Frémy.)

La composition des *veines* n'a pas encore été déterminée.

POUMON.

Le parenchyme du poumon renferme de la fibrine, de l'albumine, une substance analogue à la caséine, de la graisse, de l'acide oléique, de l'acide margarique et de l'acide cérébrique. (M. Boudet.)

Les cendres des poumons sont formées, sur 1000 parties, de :

Chlorure de sodium	0,8
Sulfate, Phosphate, Carbonate de soude	7,8
Silice, Oxyde de fer, Carbonate, Phosphate de chaux	2,2
	10,8

(M. Boudet.)

FOIE.

Le foie présente la composition suivante :

Tissu vasculaire	18,94
Parenchyme	81,06
	100,00

100 parties du parenchyme sont formées de :

Eau	68,64
Albumine	20,19
Matière azotée	6,07
Substance grasse phosphorée analogue à celle du cerveau	3,89
Chlorure de potassium	0,64
Phosphate de chaux	0,47
Sel organique à base de potasse	0,10
	100,00

(Braconnot.)

Le parenchyme hépatique renferme, outre les substances que l'on rencontre dans la plupart des organes :

1° Du glucose; 2° de la matière glycogène; 3° un ferment spécial; 4° de la leucine, de la tyrosine et de l'hypoxanthine; 5° des matières grasses. La leucine, la tyrosine et l'hypoxanthine s'y accumulent, surtout dans certaines affections. Le parenchyme hépatique possède à un haut degré le pouvoir de s'assimiler les sels métalliques, aussi est-ce dans le foie que l'on va généralement constater leur présence dans les cas de médecine légale.

M. C oetti a trouvé de l'inosite et de l'acide urique dans le parenchyme hépatique du bœuf.

La bile, ainsi que nous l'avons vu en faisant l'histoire de ce liquide, est un produit de sécrétion du foie; mais, indépendamment de cette fonction, sur laquelle nous ne reviendrons pas, le foie joue encore un autre rôle, c'est celui d'engendrer du sucre, qui passe ensuite dans le sang. Le sucre, en effet, ainsi que l'ont fait voir les travaux de M. Cl. Bernard et de quelques autres physiologistes, est un élément constant de l'organisme; en outre, il paraît indispensable, et son existence est indépendante du genre d'alimentation, au moins dans une certaine limite, et ce sucre est produit dans le sang par une fonction spéciale. Pendant la digestion, le sang qui sort du foie par les veines sus-hépatiques est toujours chargé de sucre, ainsi que le foie lui-même, quelle que soit la nourriture. M. Cl. Bernard a soumis des chiens à une alimentation composée exclusivement de viande, et malgré cela, leur foie contenait toujours du sucre. Tous les animaux ont du sucre dans le foie; on en a constaté dans le foie des carnivores et des herbivores, dans celui des reptiles, des mollusques, etc. Le sucre existe dans le foie, même pendant la période intra-utérine.

D'après les recherches de Lehmann sur la présence du sucre dans le sang, on n'en trouve pas dans la veine porte ni dans l'artère hépatique, à moins qu'il n'y soit amené par les aliments.

M. Longet a attribué à la présence de la peptone, qui masque les caractères du sucre, le fait de l'absence de ce principe dans la veine porte et dans d'autres vaisseaux; néanmoins plusieurs opérateurs se sont mis à l'abri de cette cause d'erreur et ont obtenu le même résultat négatif.

D'après M. L. Figuier, le sucre se trouve aussi dans la veine porte; il ne serait pas, dans ce cas, une production exclusive du foie.

Pour trouver le sucre dans le foie, il faut préalablement le débarrasser des matières colorantes et coagulables. Pour cela, M. Cl. Bernard le fait infuser dans de l'eau, précipite les matières protéiques en les coagulant, et décolore l'infusion en la filtant sur du noir animal. Ce procédé est applicable au sang.

M. Figuier bat le sang au sortir de la veine, ajoute au liquide défibriné trois fois son volume d'alcool à 36°, et exprime le caillot dans un linge. Le liquide filtré est acidulé avec quelques gouttes d'acide acétique et évaporé à sec; enfin, le résidu est repris par l'eau distillée, qui dissout le sucre combiné avec du chlorure de sodium.

Pour constater la présence du sucre dans le liquide obtenu par l'une de ces méthodes, on peut avoir recours à la liqueur cupro-potassique ou à la fermentation, et ces moyens peuvent aussi être employés pour le doser.

M. Cl. Bernard opérait principalement sur des chiens. Voici quelques-uns de ses résultats :

	Quantité de sucre pour 100 parties de foie.
Chien nourri à la viande	1,90
— à la viande et au pain	1,30
— avec des fruits et du sucre	1,88
Il a trouvé chez l'homme (expériences faites sur des suppliciés)	1,79 — 2,142

Voici les résultats obtenus par d'autres expérimentateurs :

Analyses de M. Schmidt.

	Quantité de sucre pour 100 parties de résidu sec.	
	Veine porte.	Veine hépatique.
Chien nourri à la viande	0,0	0,93
Idem	0,0	0,99
Chien à jeun depuis deux jours.	0,0	0,51

Analyses de M. Leconte.

	Sucre pour 1000 parties de sang.	
	Veine porte.	Veine hépatique.
Chien nourri dix jours de viande cuite :		
— 2 heures après le repas	0,0	1,771
— 2 heures et demie	0,0	1,344
Idem	0,0	4,452

Analyses de M. Poggiale.

	Sucre pour 1000 parties.
Artère crurale	0,055
Veine cave	0,148
Veine hépatique	0,553

Analyses de MM. Poiseuille et Lefort.

Un cheval en pleine digestion de 10 litres d'avoine a donné :

	Sucre pour 100 parties.
Dans le foie	2,292
le sang sus-hépatique	1,128
le chyle	0,222
la lymphe	0,442
la veine porte et autres vaisseaux	0,065

Quantités de sucre trouvées dans le foie de divers animaux.

	Quantité de sucre	pour 100 de foie.
Poissons	0,484	1,5
Grenouilles	0,315	0,632
Oiseaux	2,164	»
Chèvre	»	1,092
Lapin	1,00	1,163
Chat	0,807	2,305

MATIÈRE GLYCOGÈNE DU FOIE.

D'après les expériences de M. Cl. Bernard, le sucre ne se forme pas d'emblée dans le foie; sa présence est précédée par une matière spéciale déposée dans le parenchyme hépatique et qui lui donne naissance. La matière spéciale qui donne naissance au glucose (*matière glycogène, dextrine animale*) est une matière amylacée qui se présente sous forme d'une poudre blanche soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'acide acétique cristallisable. L'iode la colore en violet ou en rouge marron. D'après M. Péligot, l'acide azotique concentré la transforme en xyloïdine, et l'acide plus faible en acide oxalique. Son analyse conduit à la formule $C^{12}H^{10}O^{10}$.

Préparation.—Le foie, coagulé immédiatement après son extraction, est pulvérisé et bouilli avec une quantité suffisante d'eau. Le liquide filtré est opalin, la matière qui le trouble est du glycogène tenu en suspension. On les mélange avec du noir animal et l'on épuise le charbon dans un appareil de déplacement, puis on précipite par l'alcool les eaux filtrées; on recueille le précipité et on le sèche. On peut, au lieu d'alcool, employer de l'acide acétique cristallisable, qui permet en même temps de débarrasser plus facilement le liquide de la gélatine qu'il peut contenir.

Nous reproduisons ici textuellement le résumé des conclusions de M. Cl. Bernard relativement à l'existence de la matière glycogène du foie et des fonctions glycogéniques de cet organe :

« 1° Il y a du sucre dans le foie de l'homme et de tous les animaux en état de santé.

» 2° Le sucre existe dans le foie des carnassiers comme dans celui des herbivores à jeun ou en digestion.

» La présence du sucre dans le foie est donc indépendante de la nature de l'alimentation.

» 3° Chez un carnivore, on ne trouve point de sucre dans le sang de la veine porte.

» On en trouve au contraire des quantités considérables dans le sang des veines hépatiques.

» Le sucre se forme donc dans le foie.

» 4° Le sucre versé dans le sang se détruit successivement à mesure qu'il s'éloigne du foie, sans toutefois, chez l'animal sain, apparaître dans les urines.

» 5° Le sang qui sort du foie, en même temps qu'il contient davantage de sucre, ne renferme pas du tout de fibrine et beaucoup moins d'albumine que le sang qui y entre.

» 6° Le sucre semble se produire dans le sang aux dépens des matières albuminoïdes du sang.

» 7° La fonction glycogénique du foie subit des oscillations comme toutes les sécrétions, et en particulier comme celles qui sont liées à l'appareil digestif.

» Elle est plus active au moment de la digestion.

» Elle diminue dans les intervalles.

» Elle peut finir par disparaître à la suite d'un jeûne prolongé.

» 8° Les influences extérieures agissent sur la sécrétion du sucre.

» Le froid la fait disparaître, soit complétement, soit en partie, suivant son intensité.

» La chaleur la rétablit.

» 9° Les actions sur le système nerveux retentissent sur cette fonction pour l'exagérer, pour la diminuer, pour la pervertir.

» 10° La fonction glycogénique est en sympathie d'action avec les autres fonctions de l'économie, et en particulier avec la respiration.

» 11° A l'état morbide, la fonction glycogénique s'exagère ou s'anéantit.

» Son exagération produit le diabète.

» Le foie des morts de maladie ne contient généralement pas de sucre. »

En résumé, il existe dans le foie deux fonctions, l'une externe, qui produit la bile, l'autre interne, qui forme le sucre.

Lorsqu'un animal est à jeun depuis un certain temps, le sucre qui se produit dans le foie arrive jusqu'au poumon, où il se détruit. Si l'animal digère, la quantité de sucre qu'il sécrète est trop considérable pour être détruite tout entière dans le poumon, il en passe une partie dans le sang; et si cette quantité est considérable, l'excès sort par les urines : l'animal devient diabétique.

CERVEAU.

Le cerveau, ainsi qu'on l'a vu (tome V, page 944), renferme différents acides gras, notamment de l'acide cérébrique et un acide phosphoré, l'acide oléophosphorique; cet organe est en outre caractérisé par la présence de la cholestérine. Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit relativement à ces principes, mais nous devons faire connaître d'une manière plus complète la constitution chimique du cerveau.

Le cerveau de l'homme contient, comme principes azotés solubles dans l'eau, une petite quantité de créatine. Le cerveau du bœuf ne ren-

ferme pas de créatine, mais de la leucine, ou plus probablement l'homologue de ce corps, $C^8H^9AzO^4$. L'un et l'autre renferment, à côté de beaucoup d'acide lactique, de petites quantités d'acides gras volatils, $C^{2n}H^{2n}O^4$.

Le cerveau du bœuf contient en outre une quantité notable d'inosite et fort peu d'acide urique. Il ne renferme pas d'acide leucinique, de sucre de gélatine, de créatinine, d'urée, de cystine ni de taurine.

(M. W. Müller, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CIII, 131.)

L'acide urique, l'inosite, etc., se trouvent dans l'extrait aqueux du cerveau, après coagulation et addition d'acétate de plomb.

Quant au coagulum, il contient beaucoup de cholestérine, des acides gras liquides, un corps phosphoré et un corps azoté neutre. Pour isoler ces corps, on opère de la manière suivante :

On épuise le coagulum par un mélange bouillant d'alcool et d'éther; la liqueur filtrée dépose par le refroidissement une masse blanche, floconneuse, qui devient rougeâtre et cristalline par la dessiccation. Cette masse est formée de cholestérine, d'un corps phosphoré et d'un corps neutre azoté, auquel M. Müller a donné le nom de *cérébrine*. En la traitant par de l'éther froid, on isole la cérébrine, qui y est insoluble; la partie filtrée, étant évaporée, abandonne une masse cristalline qu'on fait bouillir avec de l'alcool et de l'oxyde de plomb; celui-ci se combine avec les acides gras, tandis que la cholestérine cristallise par le refroidissement de la solution alcoolique filtrée.

La cérébrine, purifiée par plusieurs dissolutions dans l'alcool, forme une poudre légère, blanche, sans saveur et sans odeur; elle est soluble dans l'alcool et dans l'éther bouillants et insoluble dans l'eau et dans les alcalis. Elle est sans action sur les réactifs colorés. L'eau bouillante la gonfle à la manière de l'amidon et forme une émulsion qui n'est altérée ni par le refroidissement, ni par l'action des alcalis, des acides ou des sels.

L'acide chlorhydrique bouillant transforme la cérébrine en une masse résineuse brune.

L'acide nitrique la transforme, à l'ébullition, avec dégagement de vapeurs rutilantes, en un liquide huileux qui se concrète par le refroidissement.

L'acide sulfurique concentré dissout la cérébrine avec une coloration rouge pourpre; cette dissolution, traitée par l'eau, se décolore et dépose des flocons résineux jaunes.

Chauffée à 80°, la cérébrine se décompose en se colorant en brun.

La composition de la cérébrine, desséchée à 75°, correspond à la formule $C^{34}H^{33}AzO^6$.

(M. Muller, *Ann. der Chem. und Pharm.*, CV, 361.)

PUTRÉFACTION DES MATIÈRES ANIMALES.

Lorsque la vie cesse chez un animal, la matière organisée subit aussitôt une série de décompositions dont l'ensemble constitue la *putréfaction.*

La putréfaction peut être locale ou générale : dans le premier cas, elle est ordinairement accompagnée de l'écoulement d'un liquide visqueux nommé *pus;* dans le second cas, la matière organisée tout entière change de couleur, donne naissance à divers produits volatils dont l'odeur est fétide, perd sa consistance et se convertit en une espèce de terreau qui finit lui-même par disparaître.

Putréfaction locale, suppuration. — Lorsqu'une irritation est produite au-dessous de la peau, les nombreux vaisseaux dans lesquels circulent ordinairement des liquides incolores se remplissent de sang, se tuméfient, et il se forme un abcès. Le sang, devenu stagnant dans l'abcès, s'altère et détermine la décomposition de toute la masse, qui se change en une poche ou sac rempli de *pus.* En général, le pus ne tarde pas à sortir de l'enveloppe qui le renferme, soit en la perforant, soit en suintant par les pores. Cet écoulement est désigné sous le nom de *suppuration.*

Putréfaction générale. — Quand le cadavre d'un animal entre en putréfaction, il s'établit dans sa masse un mouvement moléculaire dont les effets sont : la désagrégation complète de la matière organisée et la production, aux dépens des éléments de cette matière, d'un certain nombre de composés organiques.

Parfois, au commencement de la putréfaction, le cadavre devient lumineux : cette phosphorescence n'est pas expliquée; on sait seulement qu'elle continue dans l'oxygène et l'azote, qu'elle diminue d'intensité dans l'acide carbonique, et qu'elle cesse complétement dans le vide, dans le chlore et dans l'hydrogène phosphoré.

Pour que la décomposition de la matière organisée s'opère, il est indispensable que l'air et l'humidité agissent sur le cadavre; alors l'hydrogène se convertit en eau, le carbone passe à l'état d'acide carbonique et l'azote à l'état d'ammoniaque. L'odeur fétide qu'exhale le cadavre est due probablement à la présence de certains composés sulfurés et phosphorés.

L'acide carbonique et l'ammoniaque qui proviennent de la putréfaction se dégagent à l'état de carbonate d'ammoniaque. Ce carbonate, qui se répand d'abord dans l'air, est continuellement ramené par les pluies à la surface du sol.

Si, en outre, la putréfaction s'effectue en présence d'un alcali, il se produit de l'acide azotique, qui s'unit aussi à l'ammoniaque et qui est également entraîné par les eaux.

Tous les produits de la putréfaction retournent donc à la terre, d'où

ils proviennent, et où ils servent à l'accroissement des végétaux. De plus, les nombreux animaux qui se nourrissent de la matière cadavérique en opèrent la dispersion, de sorte que l'azote, qui pourrait se concentrer en excès dans un seul point du sol, se trouve répandu sur une grande surface.

La température a une grande influence sur la putréfaction; celle qui favorise le plus ce phénomène est la température de 40°. Une température de 0° ou celle de 100° l'empêchent au contraire complétement; ces deux circonstances sont fréquemment utilisées pour la conservation des viandes.

Les expériences de MM. Schwann, Schultze, Mitscherlich, Schroeder, qui se sont le plus occupés des circonstances qui déterminent et qui accompagnent la putréfaction, ont montré qu'elle est provoquée par la présence de corpuscules organisés qui flottent dans l'air et auxquels on a donné le nom de *mycodermes*. Lorsque l'on se met à l'abri de ces mycodermes, soit en les détruisant en faisant passer dans des tubes chauffés au rouge l'air qui doit être en contact avec les matières animales, soit en les retenant, en *filtrant* l'air sur du coton, on peut conserver presque indéfiniment les matières animales. Mais du moment que l'on met celles-ci en présence de l'air ordinaire, la putréfaction ne tarde pas à se manifester, l'oxygène de l'air est absorbé et remplacé par du gaz acide carbonique.

On voit donc que l'absorption d'oxygène par les matières animales est entièrement liée à la présence des mycodermes. M. Pasteur a comparé cette faculté que possèdent les mycodermes de transporter l'oxygène, à celle des globules du sang qui, venant prendre de l'oxygène dans les poumons, vont le transporter dans le torrent circulatoire pour brûler les principes de l'économie et entretenir la chaleur animale.

Voici quelques-unes des expériences de M. Pasteur:

Il a enfermé dans des ballons des substances putrescibles et les a fermés à la lampe. Un ballon de 250 centimètres cubes, privé de germes par une température élevée, renfermait 60 à 80 centimètres cubes d'urine bouillie. Trois ans après, le liquide avait conservé sa limpidité, son acidité et l'odeur que l'urine fraîche acquiert par l'ébullition. L'air du ballon renfermait:

Oxygène	11,4
Acide carbonique	11,5
Azote (par différence)	77,1
	100,0

On trouve, par le calcul, que tout l'oxygène absorbé se retrouve exactement dans l'acide carbonique produit.

Du lait placé dans les mêmes conditions ne s'est pas altéré davantage. L'air du ballon renfermait :

Oxygène	3,1
Acide carbonique	2,8
Azote	94,1
	100,0

L'absorption de l'oxygène n'était donc pas complète, et elle doit être attribuée à la présence de la matière grasse.

10 grammes de sciure de bois de chêne exposés pendant un mois à une température de 30° dans de l'air privé de germes, n'ont absorbé que quelques centimètres cubes de gaz oxygène; car cet air renfermait :

Oxygène	16,2
Acide carbonique	2,3
Azote	81,5
	100,0

Au contraire, 20 grammes de la même sciure humide, placés dans un ballon de 4 litres, en présence de l'air ordinaire, renfermaient, après quatorze jours, 7,2 pour 100 d'acide carbonique, et avaient consommé près de 300 centimètres cubes d'oxygène.

Si l'on examine à la loupe la surface de la sciure de bois, dans ce dernier cas, on voit qu'elle est recouverte d'un duvet léger, et à peine sensible, de sporanges et de mucédinées diverses.

En conséquence, la combustion lente des matières organiques après la mort, quoique réelle, est à peine sensible lorsque l'air est privé des germes des organismes inférieurs.

Elle devient rapide si ces matières peuvent se couvrir de mucédinées, de mucors, de bactéries, de monades. Ces petits êtres sont des agents de combustion dont l'énergie, variable avec leur nature spécifique, est quelquefois extraordinaire; ce qui conduit à cette conclusion générale, que la vie préside au travail de la mort.

(M. Pasteur, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 734.)

Certains corps, tels que la fibrine, la caséine, le sang, etc., qui s'altèrent rapidement, activent la putréfaction; il en est d'autres, au contraire, qui la retardent : ces derniers corps ont reçu le nom de *substances antiseptiques*.

Les substances antiseptiques les plus employées sont : le chlorure de sodium, les sels d'alumine, de fer, de mercure, l'alcool, l'essence de térébenthine et la créosote. Elles agissent de trois manières différentes : 1° en s'emparant de l'eau que contient la matière organisée; 2° en contractant le tissu et en facilitant ainsi la dessiccation; 3° en formant avec la matière organisée des combinaisons inaltérables.

Pour préserver un cadavre de la putréfaction, il suffit d'injecter par la carotide gauche 5 à 6 litres d'une dissolution d'acétate d'alumine marquant 6° à l'aréomètre Baumé. Ainsi préparé, le corps d'un animal se conserve six mois environ au contact de l'air, propriété précieuse pour la dissection.

L'acétate d'alumine peut être remplacé par une dissolution formée de 1 kilogramme de sulfate d'alumine pour 4 litres d'eau ; mais alors la durée de la conservation se réduit à deux mois. Lorsqu'il s'agit de pièces d'histoire naturelle, on élève la dose du sulfate d'alumine à un tiers du poids de l'eau, que l'on sature en outre d'acide arsénieux.

(M. Gannal.)

En remplaçant le sulfate d'alumine par le sulfite de soude, et en plongeant ensuite les cadavres dans une dissolution de chlorure de zinc, on conserve aux chairs leur souplesse et leur volume. Le sulfite de soude peut même arrêter la putréfaction des cadavres qui ont déjà subi une décomposition avancée. (M. Sucquet.)

On a proposé aussi de se servir de l'hyposulfite de zinc (M. Robin); mais ce sel ne paraît pas avoir été employé.

Le sulfate de zinc convient très-bien à la préparation des pièces anatomiques. 4 à 5 litres d'une dissolution de ce sel, injectés par une des artères, suffisent pour préserver longtemps un cadavre de la putréfaction. (M. Falcony.)

Le bichlorure de mercure dissous est employé depuis un grand nombre d'années pour conserver les cadavres. On injecte ce sel dans le système vasculaire, ou bien on plonge le corps dans une dissolution alcoolique de bichlorure de mercure, et l'on remplace ce sel à mesure qu'il est absorbé. Quand on opère par cette dernière méthode, il faut avoir soin d'enlever les viscères et de pratiquer en outre des incisions profondes dans la chair, afin de faciliter l'absorption du sel de mercure. Au bout d'un mois, le cadavre peut être retiré de l'alcool ; il se dessèche au contact de l'air sans perdre sa couleur naturelle.

Les corps destinés à la dissection ne doivent pas être conservés au moyen du bichlorure de mercure, qui se décompose au contact des instruments d'acier, et qui, en outre, rend dangereuses les blessures que les opérateurs peuvent se faire.

Quant aux procédés de conservation en usage dans l'antiquité chez les Égyptiens, ils consistaient à plonger le mort pendant soixante-dix jours environ dans une dissolution de carbonate de soude, à le laver, puis à le sécher. Lorsque la dessiccation était complète, on vidait le cadavre, on y introduisait ensuite des substances goudronneuses et aromatiques; enfin, on l'entourait de bandelettes de toile enduites de résine et au-dessus desquelles on plaçait une enveloppe ayant la forme du corps.

(Rouelle.)

Des expériences récentes ont fait voir que le chlorure de baryum, le café, les carbures d'hydrogène, l'acide cyanhydrique, divers éthers,

le sulfure de carbone, la liqueur des Hollandais, le chloroforme, l'huile de houille, etc., jouissent de propriétés antiseptiques remarquables, et que l'huile de houille, en particulier, à cause de son prix de revient si modique, peut être employée à la conservation des cadavres.

(M. Robin.)

CONSERVES ALIMENTAIRES.

Aux modes généraux de conservation que nous venons d'indiquer se rattachent les procédés dont on se sert pour conserver les substances alimentaires.

De tous les agents antiseptiques que nous avons mentionnés, les seuls qui puissent être spécialement affectés à cet usage sont le sel, le sucre, l'alcool et la créosote. Aussi a-t-on eu recours à des procédés particuliers qui consistent, soit à dessécher les aliments, soit à les préserver du contact de l'air.

On prépare des conserves alimentaires en remplissant de mets cuits et assaisonnés des boîtes de fer-blanc qui sont ensuite soudées et placées pendant une heure dans de l'eau que l'on porte à ébullition. La petite quantité d'oxygène qui est restée dans la boîte se convertit en acide carbonique : cet acide n'exerce aucune action sur les aliments.

Un autre mode de conservation, fondé sur le même principe, consiste à remplir un vase avec de l'eau récemment bouillie, à introduire ensuite dans ce vase de la limaille de fer, puis la viande à conserver, et enfin à recouvrir l'eau d'une couche épaisse d'huile. L'air ne pouvant alors arriver jusqu'à l'eau à cause de l'huile qui surnage, la viande se trouve placée à l'abri du contact de l'oxygène. D'ailleurs, si la moindre quantité de ce gaz pénétrait la couche d'huile, elle serait immédiatement absorbée par la limaille de fer.

Pour conserver la viande par la *salaison*, il faut la frotter sur toutes ses faces avec du sel pulvérisé, la disposer ensuite par lits dans un vase, en interposant une couche de sel entre chaque lit de viande, la surcharger de poids, la laisser quelques jours dans cet état; enfin, recommencer la même stratification dans un autre vase que l'on ferme aussi bien que possible. Le sel agit en s'emparant de l'eau que contient la viande. Il en est de même du sucre et de l'alcool dont on se sert pour conserver les fruits.

La viande, exposée à la fumée, ne subit plus d'altération. L'action conservatrice de la fumée doit être attribuée à la créosote, qui se trouve toujours en petite quantité dans les produits de la décomposition du bois.

La conservation des aliments par la dessiccation réussit parfaitement. Voici quelques-unes des méthodes en usage :

On coupe la viande en tranches du poids de 70 à 100 grammes; ces tranches sont immergées successivement pendant dix minutes dans de

l'eau en ébullition et placées ensuite dans une étuve chauffée à 40° : on évapore l'eau à consistance gélatineuse, puis on y plonge les tranches de viande desséchée, qui se recouvrent d'un enduit imperméable à l'air. La viande ainsi préparée reprend par la cuisson toutes ses propriétés.

Les fruits et les légumes peuvent être conservés en les desséchant à la température de 33°, en les soumettant ensuite à une pression considérable et en les enfermant dans des feuilles d'étain. Ce mode de conservation présente l'avantage de réduire les aliments à un très-petit volume, ce qui facilite beaucoup leur transport. On peut ainsi placer dans des caisses de 1 mètre cube de capacité jusqu'à 25 000 rations.

On emploie en Écosse, pour conserver la viande, un procédé qui donne d'excellents résultats. La viande déjà cuite est introduite dans des vases de fer-blanc qui portent une ouverture que l'on bouche momentanément avec de la soudure. Ces vases sont exposés pendant quelque temps à une température qui dépasse 100°; un ouvrier fait fondre alors, au moyen d'un fer chaud, le lit métallique qui découvre l'ouverture, par laquelle un jet de vapeur sort avec rapidité et entraîne la petite quantité d'air qui pourrait rester dans le vase. On ferme de nouveau l'ouverture au moyen de la soudure, et la viande ainsi préparée se conserve sans altération.

M. Delignac a proposé dans ces derniers temps un procédé de conservation des viandes consistant à injecter, sous pression, entre la chair et les os, une saumure dont le réservoir est placé à une hauteur d'une dizaine de mètres; le poids de la colonne force le liquide à pénétrer dans les muscles : c'est, comme on le voit, le principe qui a guidé M. Boucherie pour injecter les bois. On introduit ainsi de 160 à 200 grammes de saumure par kilogramme de viande; cette saumure est une dissolution saturée de sel marin additionné de divers aromates et condiments. L'injection se fait dans le voisinage des os, et de là, comme d'une espèce de réservoir, le liquide s'épanche en pénétrant par infiltration toutes les fibres portant, avec lui, d'une façon régulière et homogène, l'agent conservateur, ayant, dès son introduction, produit son effet sur la partie la plus susceptible d'altération, celle qui approche les os ; on place ensuite la pièce de viande pendant quelques jours dans un bain de saumure. A la sortie de ce bain, M. Delignac les expose dans un courant d'air, à une température modérée. Lorsque par l'évaporation elles ont perdu environ 5 pour 100 de leur poids normal, il les expose pendant quelque temps à la fumée. Cette dernière opération n'est pas indispensable, mais elle donne à la viande un goût généralement apprécié.

On doit à M. Schnepp des détails intéressants sur la conservation des viandes dans la Plata.

Le procédé le plus anciennement connu dans cette partie de l'Amérique consiste à couper la viande en lanières que l'on sèche au soleil. Ainsi préparée, la viande se conserve pendant un mois ou deux sous le nom de *carne seca* ou *dulce*. Ce procédé est insuffisant lorsqu'il doit être

opéré sur une grande échelle, et en vue de l'exportation. C'est pourquoi on a fondé à la Plata, des établissements nommés *saladeros*. On y coupe la viande en lanières de 20 centimètres d'épaisseur, qu'on laisse pendant quelques secondes dans une saumure, pour les étaler ensuite par couches superposées entre des couches de sel. On retourne ces lames le second jour et on les sale de nouveau; le troisième jour, elles sont retirées de la salaison, empilées au grand air et chargées de poids: elles restent ainsi empilées pendant plusieurs jours. Après ce temps, on étend les viandes au soleil jusqu'à ce qu'elles soient sèches, en ayant soin de les rentrer le soir. La viande ainsi préparée est réduite au quart de son poids, et elle constitue ce que l'on appelle le *tasajo* ou *charqui*.

(M. Schnepp, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 315.)

CHIMIE VÉGÉTALE

Les propriétés des principes immédiats d'origine végétale ayant été décrites dans la première partie de la chimie organique, nous n'y reviendrons pas. Nous nous occuperons maintenant des fluides et des organes qui composent les plantes, ainsi que des fonctions chimiques qui président à leur développement.

FLUIDES VÉGÉTAUX.

Les fluides végétaux sont :
La *séve ascendante ;*
La *séve descendante*, qui comprend chaque espèce de sucs propres.

SÉVE.

Rôle de la séve. — Lorsque les plantes végètent normalement, leurs racines se trouvent constamment en contact avec un sol imbibé d'une eau qui, en pénétrant la terre, s'est chargée de diverses substances solubles.

Sous l'influence de l'endosmose, de la capillarité et de la succion, cette eau s'introduit dans les plantes, parcourt leur tissu dans tous sens, et contribue, tant par les substances qu'elle amène du dehors que par celles qu'elle transporte d'une partie du végétal dans une autre, à l'entretien de la végétation. On lui donne alors le nom de *séve*.

Le mouvement ascensionnel de la séve s'effectue dans le système ligneux : la séve s'infiltre par les parties chevelues des racines, s'élève dans la racine principale, dans la tige, arrive dans les feuilles, dans les parties vertes de l'écorce; et ayant alors acquis des propriétés nouvelles, par suite des changements qui se sont opérés dans sa composition, elle redescend par le système cortical jusqu'à l'extrémité des racines, où son absorption a commencé. Il s'opère donc dans les végétaux un mouvement circulatoire comparable à celui du sang dans les animaux.

Propriétés. — Composition. — Les changements qui ont lieu dans la composition de la séve, pendant son parcours, ne sont pas encore très-connus. Pour les déterminer, il faudrait pouvoir recueillir séparément

la séve ascendante et la sève descendante. Mais, jusqu'à présent du moins, il n'a pas été possible d'opérer d'une manière certaine sur un seul liquide. Les résultats donnés par l'analyse ne doivent donc pas être considérés comme rigoureusement exacts. Nous les résumerons toutefois ici, d'après un mémoire de M. Biot, en indiquant d'abord ce qu'ils peuvent avoir de général.

Les matières organiques qui pénètrent dans les plantes à l'état de dissolution y subissent des modifications profondes, car on trouve dans la séve des substances que l'eau dont le sol est imbibé ne peut renfermer.

La séve de plusieurs arbres est riche en matière sucrée : celle du bouleau contient du sucre incristallisable; la présence du sucre de canne a été constatée dans le noyer, l'érable et le sycomore.

Au moment de leur extraction, ces diverses séves ne contiennent pas d'acide carbonique (1).

L'étude comparative de la séve du bourgeon et de celle de la tige du lilas a mis en évidence un phénomène remarquable : c'est que le sucre qui existe dans les bourgeons est incristallisable, tandis que celui que renferme la tige est identique avec le sucre de canne. Les bourgeons ont donc la propriété de transformer ces deux sucres l'un dans l'autre.

En déterminant la densité des séves, on a vu :

1° Que la séve qui s'écoule d'une incision diminue peu à peu de densité et de richesse saccharine.

2° Que la densité et la proportion du sucre augmentent dans un arbre avec la hauteur de l'incision. Toutefois l'exactitude de cette observation, si souvent confirmée par les émissions simultanées de la séve dans une même tige, cesse complétement pour les émissions des branches : cela tient sans doute aux modifications que subit déjà le sucre.

En constatant l'augmentation progressive de densité que subit la séve à mesure qu'elle s'élève dans la plante, plusieurs observateurs ont été conduits à des opinions différentes sur la végétation pendant l'été.

Knight, et après lui d'autres physiologistes, ont admis qu'au moment des chaleurs et à l'arrière-saison, les matières solubles redescendent dans le tronc, dans les racines même, où elles restent pendant l'hiver, jusqu'à ce que la séve, remontant au printemps, les redissolve et les entraîne dans les bourgeons. M. Biot a pensé que cette augmentation de densité de la séve, à mesure qu'elle s'élève dans le végétal, est le résultat d'une évaporation d'eau, et, à l'appui de cette assertion, il cite l'expérience suivante, qui lui est personnelle :

Deux poids égaux (45 grammes) de bois de sycomore provenant, l'un du faîte d'un arbre, l'autre de la partie inférieure du tronc, ont été des-

(1) Vauquelin avait trouvé de l'acide carbonique libre dans la séve, mais quelque soin qu'ait pris M. Biot dans ses analyses, il lui a été impossible de découvrir la présence de cet acide.

séchés dans une étuve chauffée à 40°. Les 45 grammes de bois du tronc se sont alors réduits à 19gr,120, et ceux du faîte à 28gr,970. Ces derniers contenaient donc moins d'eau hygrométrique.

200 grammes de copeaux du même bois, retirés au faîte et au tronc de l'arbre, ont été épuisés par des volumes égaux d'eau distillée : les deux extraits aqueux, décolorés par le noir animal, ont présenté la même densité et indiqué au saccharimètre des quantités égales de sucre.

SÉVES ASCENDANTES.

Séve du Bambusa gadua.

La séve de cette graminée est limpide comme de l'eau. Elle renferme :

Des chlorures, des sulfates, des matières organiques, de la silice et divers sels solubles indéterminés. (M. Boussingault.)

Séve du bananier (*Musa paradisiaca*).

La séve de cet arbre nouvellement recueillie est limpide, incolore, acide aux réactifs colorés. Elle se trouble bientôt au contact de l'air et dépose une matière amorphe d'un rose sale. Un tissu plongé dans la séve du bananier récemment obtenue se colore en rose au contact de l'air.

On a trouvé dans cette séve :

De l'acide acétique, de l'acide gallique, du chlorure de sodium, des sels de chaux et de potasse, de la silice. (M. Boussingault.)

Séve du charme (*Carpinus sylvestris*).

Vers le mois de mai, la séve de charme est incolore, limpide, d'une odeur faible, d'une saveur sucrée; elle présente une réaction acide et contient :

De l'eau, du sucre, de l'acide acétique, des acétates de potasse et de chaux, des matières organiques. (Vauquelin.)

Séve de l'érable.

L'érable donne, par incision, une séve contenant une assez forte proportion de sucre et de petites quantités d'acétates.

Séve du hêtre (*Fagus sylvestris*).

On a récolté cette séve en mars et en avril. Elle était rougeâtre, neutre aux réactifs colorés, d'une saveur astringente, et renfermait :

De l'eau, de l'acide acétique, de l'acide gallique, du tannin, des acétates de potasse, de chaux et d'alumine, une matière colorante, du mucus, des matières organiques. (Vauquelin.)

Séve du noyer.

Cette séve contient de l'acide carbonique et 0,0047 de matières solides, qui sont :

De l'azotate de potasse, du sulfate et du phosphate de chaux, des lactates de chaux, de potasse et d'ammoniaque, des malates, de l'albumine, de la gomme.

Séve de l'orme (*Ulmus campestris*).

La séve de l'orme est d'un jaune fauve, d'une saveur sucrée et d'une consistance légèrement sirupeuse; elle renferme :

De l'acétate de potasse, du carbonate de chaux, une matière végétale, des matières organiques. (VAUQUELIN.)

Séve de la vigne.

Le liquide séveux extrait en mars de la vigne laisse par l'évaporation un résidu très-faible composé :

De phosphate et de tartrate de chaux, d'azotate et de sulfate de potasse, de lactates à base d'alcali, de chlorhydrate d'ammoniaque, d'albumine.

La séve de la vigne est fermentescible. (M. LANGLOIS.)

SÉVES DESCENDANTES.

La séve descendante ou *élaborée* contient divers principes particuliers, dont la nature varie avec l'espèce des végétaux. On la désigne parfois sous le nom de *suc propre* des plantes.

Les sucs propres peuvent être classés en trois groupes :

Les *sucs propres laiteux ;*

Les *sucs sucrés ;*

Les *sucs gommeux* ou *résineux.*

La séve descendante paraît être un mélange de plusieurs liquides différents : les uns entraînent les excrétions végétales, les autres servent à l'organisation des plantes. Un de ces liquides est désigné sous le nom de *latex albumineux*. Il se rapproche beaucoup, par ses propriétés physiques, de l'albumine du sérum et du blanc d'œuf; il se coagule par la chaleur et par l'addition de l'acide azotique et du tannin; ses cendres sont formées principalement de chlorures et de carbonates alcalins. Ce liquide, ainsi que la matière gélatineuse qui en dérive, et à laquelle on a donné le nom de *cambium*, a été étudié d'une manière approfondie par M. Fremy. Nous avons déjà traité du *latex* et du *cambium* dans le tome IV, page 801.

SUCS LAITEUX.

Les sucs laiteux présentent une opacité due à des globules de graisse ou de carbures d'hydrogène nageant dans un liquide incolore.

Suc de l'arbre à caoutchouc.

Ce suc, dont nous avons indiqué le mode d'extraction (tome VI, p. 114), se coagule rapidement au contact de l'air. Il est formé de :

Eau	56
Caoutchouc	32
Albumine végétale	2
Substance azotée, amère, soluble dans l'eau et l'alcool	7
Substance soluble dans l'eau et l'alcool (sucre)	3
	100

(M. Faraday.)

Suc du Carica papaya.

Le suc de cet arbre est lactescent, visqueux. Il renferme :

De l'albumine et une matière grasse. (Vauquelin.)

Le fruit du *Carica papaya* donne un suc moins blanc que celui qui s'écoule du tronc, d'une odeur désagréable, d'une saveur aigrelette, et qui se coagule peu de temps après avoir été exposé à l'air. Ce suc est employé en médecine; il contient :

De la fibrine végétale, du sucre, de la cire, de la résine.

(M. Boussingault.)

Suc de l'Hura crepitans.

Ce suc est opaque, d'un blanc légèrement jaunâtre, d'une saveur douce d'abord et ensuite vivement irritante. Il est coagulé par les acides, et se putréfie en donnant les mêmes produits que le caséum.

On a trouvé dans le suc de l'*Hura crepitans :*

De l'azotate de potasse, du malate de potasse, du malate de chaux, une matière azotée analogue au gluten, un corps odorant, une huile vésicante, une base alcaline cristallisable.

Ce suc est extrêmement dangereux. On s'en sert en Amérique pour pêcher, en empoisonnant les cours d'eau.

(MM. Boussingault et de Rivero.)

Suc de pavot. — Opium.

Nous avons déjà dit que l'opium est le résidu de la dessiccation du suc de pavot.

L'opium est brun, solide, amer, d'une odeur particulière. Il se ramollit sous l'influence d'une faible chaleur et se décompose par la distillation en dégageant des produits ammoniacaux; l'eau, l'alcool étendu et le vinaigre dissolvent partiellement l'opium et acquièrent des propriétés vénéneuses énergiques. On emploie l'opium comme narcotique et calmant.

C'est dans l'opium que Sertuerner découvrit la première base organique (la morphine). On sait que cette substance s'y trouve en assez grande proportion ; l'opium en renferme des quantités qui varient entre 4 et 18 pour 100.

Tableau de la composition des divers opiums du commerce.

NOMS des principes constituants.	OPIUM DE SMYRNE.					OPIUM de Smyrne.	OPIUM de Constantinople.	OPIUM d'Égypte.	OPIUM d'Orient.	OPIUM D'ERFURT.	
Narcotine	6,800	8,150	9,630	7,702	6,546	11,30	3,47	7,50	16,25	9,50	33,00
Morphine	10,842	4,106	9,852	2,842	3,800	10,30	4,50	9,25	20,00	16,50	6,85
Codéine	0,678	0,834	0,848	0,858	0,620	0,25	0,52				
Narcéine	6,662	7,506	7,684	9,902	13,240	0,71	0,42				
Méconine	0,804	0,846	0,314	1,380	0,808	0,08	0,30				
Acide méconique	5,124	3,968	7,620	7,252	6,614	4,70	4,38	13,75	10,00	15,00	15,30
Graisse	2,166	1,350	1,816	4,202	1,508						
Caoutchouc	6,012	5,026	3,674	3,754	3,206			2,00	10,30	3,45	4,50
Résine	3,582	2,028	4,112	2,208	1,834	10,93	8,10				
Extrait gommeux	25,200	31,470	21,834	22,608	25,740						
Gomme	1,042	2,896	0,698	2,998	0,896						
Mucilage	19,086	17,098	21,064	18,496	18,022						
Eau	9,846	12,226	11,122	13,044	14,032						
Perte	2,156	2,496	0,033	2,754	3,134						
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000						
	M. Mulder.					M. Schubler.	M. Schubler.		M. Bitz.		

Pour obtenir l'opium, il faut pratiquer aux capsules et aux tiges de pavots des incisions longitudinales et recueillir le suc qui en découle.

Suc de laitue.

Ce suc est solide, d'une saveur amère et d'une odeur vireuse. Sa composition est assez complexe; il renferme :

De l'azotate de potasse, des phosphates de chaux et de magnésie, une matière cristallisable, de la mannite, de l'asparagine, de la résine mélangée de cérine et de myricine, de l'albumine, de la gomme, une matière colorante brune, un acide particulier, du caoutchouc.

On obtient le suc de laitue en faisant à la tige du *Lactuca capitata* des incisions transversales.

Suc de l'arbre de la vache.

Ce suc, dont l'aspect rappelle celui du lait des animaux, présente des propriétés complétement différentes. Les acides et l'alcool ne le coagulent pas; il donne par l'évaporation un résidu blanc et comme caséeux, qui se divise, sous l'influence d'une chaleur modérée, en deux parties distinctes : l'une est grasse, fusible; l'autre est molle, infusible, et se racornit par l'action de la chaleur.

La matière grasse extraite du suc de l'arbre de la vache fond à 60°. Elle présente une certaine analogie avec la cire des abeilles, mais elle en diffère par sa solubilité dans l'alcool et dans la potasse.

La substance infusible se rapproche de la fibrine; elle est azotée et brûle en répandant une odeur de viande grillée.

L'analyse du suc de l'arbre de la vache a donné les résultats suivants :

Fibrine, albumine	3,73
Cire, résine, principes solubles, sels	23,41
Eau	72,86
	100,0

(M. Boussingault.)

SUCS RÉSINEUX ET GOMMEUX.

Le suc des térébinthacées et des conifères se compose d'une résine dissoute dans une essence analogue ou semblable à l'essence de térébenthine.

On peut placer dans le même groupe les sucs de l'*Acacia vera*, de l'*Acacia arabica*, et des arbres qui produisent les baumes du Pérou et de Tolu.

Nous donnons ici la composition de plusieurs sucs gommeux :

Suc de l'abricotier	Arabine / Cérasine	89,85
	Cendres	3,33
	Eau	6,82
Suc de l'amandier	Arabine / Cérasine	83,24
	Cendres	2,97
	Eau	13,79
Suc du cerisier	Arabine	52,10
	Cérasine	34,90
	Cendres	1,00
	Eau	12,00
Suc du pêcher	Arabine / Cérasine	82,60
	Cendres	3,19
	Eau	14,21
Suc du prunier	Arabine / Cérasine	82,23
	Cendres	2,62
	Eau	15,15

EXTRACTION DE LA SÉVE.

Pour obtenir la séve, il faut percer avec une tarière des trous cylindriques, de 8 à 10 centimètres de profondeur, dans le corps d'un arbre que l'on choisit toujours assez gros pour que cette espèce de sondage n'occupe qu'une portion minime de leur section transversale. Ces trous sont placés dans une direction descendante, du dedans au dehors. Pour faciliter l'écoulement de la séve, on introduit dans chacun d'eux un morceau de roseau bien sec, qui y entre à frottement, et dont les lèvres, taillées intérieurement en biseau, permettent l'écoulement de la séve dans un flacon luté à l'extrémité supérieure du bout de roseau. L'appareil doit fermer assez bien pour que si la température extérieure de l'arbre est supérieure à celle de l'atmosphère ambiante (ce qui est assez fréquent), l'eau de vaporisation se condense sans peine dans les flacons.

(M. Biot.)

FONCTIONS VÉGÉTALES.

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VÉGÉTATION.

La séve, par les matières qu'elle apporte de l'extérieur, contribue à entretenir la végétation; mais la plante exige en outre le concours des éléments de l'atmosphère.

L'action de l'atmosphère sur les végétaux présente deux phases distinctes : la première a pour résultat la germination de la graine; la seconde, le développement de la plante et la multiplication de l'espèce.

GERMINATION.

La germination ne peut s'opérer que dans certaines conditions physiques. Ainsi la graine, ou *embryon*, reste inerte tant qu'elle n'a pas subi l'action de l'eau, celles de l'air et d'une température suffisante; mais, sous ces influences, la graine se gonfle, son enveloppe se rompt, la radicule se dirige vers le sol, tandis que la plumule se développe en prenant la forme et la direction de la tige, sur laquelle les feuilles ne tardent pas à apparaître. Ce n'est pas seulement par l'action physique de l'eau et par celle d'une température convenable que s'opère le phénomène de la végétation; l'air n'est pas moins indispensable à son développement que l'humidité et la chaleur; en effet, si l'on place des semences humides dans une atmosphère privée d'oxygène, la germination n'a pas lieu.

Le rôle de l'oxygène dans la germination a été déterminé par Th. de Saussure. Ce célèbre physicien a démontré, par une suite d'expériences eudiométriques, que ce gaz convertit une portion du carbone de la graine en acide carbonique qui se dégage.

Quant au phénomène de la germination sous l'eau, qui paraissait prouver que l'oxygène n'est pas indispensable au développement du germe des semences, Th. de Saussure l'expliqua en démontrant que les graines submergées qui germent absorbent l'oxygène tenu en dissolution dans l'eau. En effet, ces semences, ayant été placées dans de l'eau ne contenant pas d'air, ne germèrent pas.

Enfin, en poussant encore plus loin ses investigations, Th. de Saussure reconnut que chaque espèce de graine exige, pour germer, des quantités différentes d'oxygène, ce qui ressort clairement du tableau suivant :

ESPÈCES DE GRAINES.	OXYGÈNE absorbé par 100 parties du poids de la graine.
Fève	1,0
Froment	0,1
Haricot	1,0
Laitue	1,0
Orge	0,1
Pourpier	0,1

(Th. de Saussure.)

D'après les recherches de MM. Oudemans et Rauwenhoff, les quantités d'acide carbonique produites dans la germination ne sont pas les mêmes pour les différentes graines, et, pour une même graine, ces quantités varient suivant la période de la germination. La quantité d'oxygène absorbée dépend de même de la nature de la graine et de la période de la germination; elle est plus grande au commencement de la germination qu'à la fin. Dans le commencement, la quantité d'oxygène absorbée est plus grande que la quantité de gaz acide carbonique produite; dans la dernière période de la germination, c'est l'inverse qui se produit.

L'acide carbonique produit pendant la germination se formant aux dépens du carbone de la graine, celle-ci doit perdre une partie de son poids. Or, le poids du carbone que contient l'acide carbonique dégagé est toujours moindre que celui qui exprime la perte subie par la graine; il faut donc que cette perte ne soit pas due uniquement à l'élimination du carbone. Th. de Saussure l'attribue en partie à une évaporation d'eau, et résume, par conséquent, les phénomènes de la germination dans une déperdition d'eau et de carbone.

Il est probable cependant que les réactions qui s'accomplissent sont plus complexes : en effet, quand on met à germer des semences sur du papier bleu de tournesol, la teinte de ce papier vire au rouge et s'y maintient. Les graines qui germent paraissent donc sécréter un acide énergique.

Suivant MM. Oudemans et Rauwenhoff, c'est de l'acide acétique qui prend naissance dans ces circonstances; sa production est le plus abondante dans la germination des pois.

A mesure que la germination avance, la quantité d'amidon contenu dans la graine va en diminuant, et il se produit de la dextrine, de la cellulose et du sucre; mais la quantité qui se forme de ces derniers corps est toujours plus petite que la quantité d'amidon qui disparaît.

M. Schultze, qui a étudié la germination de quelques phanérogames, a trouvé que, quant au *Lepidium sativum*, aux légumineuses et aux graminées, elle n'était pas accompagnée de la production d'un acide, mais qu'il se produisait au contraire une réaction faiblement alcaline. Dans la germination des graines de *Lepidium sativum*, il se forme de petites quantités d'hydrate de benzoyle. Il a aussi analysé l'air dans lequel s'effectue cette germination, et il l'a trouvé composé, aux différentes époques, pour 100 parties, de :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Acide carbonique.	26,79	12,99	35,55	36,09	33,05	38,59
Oxygène	0,50	14,01	5,01	0,93	3,86	1,12
Hydrogène.....	1,53	0,75	1,35	1,87	1,58	0,66
Azote.....	71,16	72,26	60,08	60,24	61,51	59,63
	99,98	100,01	101,99	99,13	100,00	100,00

Cet air ne contenait ni hydrocarbures, ni hydrogène sulfuré.

De l'air, qui s'était trouvé en contact pendant douze jours avec de la graine de *Lupinus albus* et de *Vicia faba* présentait la composition suivante :

	Lupinus albus.				Vicia faba.
	I.	II.	III.	IV.	
Acide carbonique..	45,72	59,35	51,53	30,70	74,33
Oxygène.....	0,48	»	0,63	0,70	0,10
Hydrogène.....	28,08	0,97	1,01	37,56	6,58
Azote.....	25,72	39,68	46,83	31,03	18,99
	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00

M. Schultze tire les déductions suivantes de ses recherches. Dans la première période de la germination, il se produit seulement une décomposition des principes azotés contenus dans la graine ; il y a absorption d'eau et d'oxygène, par voie d'endosmose, et émission d'acide carbonique, d'azote, et plus tard d'hydrogène. Dans la décomposition pure et simple de la graine, sans qu'il y ait germination, il y a de même émission de gaz acide carbonique et d'azote, mais jamais d'hydrogène. Dans la seconde période de la germination, depuis la production des cellules jusqu'à l'apparition des parties vertes, les gaz produits sont les mêmes, seulement l'acide carbonique s'y trouve en plus grande proportion. Ce n'est qu'après l'apparition des parties vertes qu'il y a émission d'oxygène et absorption d'acide carbonique.

(M. Schultze, *Journ. für prakt. Chem.*, LXXXVII, 129.)

On a remarqué, en outre, que si, pendant la germination, le volume de l'acide carbonique produit est souvent égal à celui de l'oxygène absorbé, comme l'avait reconnu Th. de Saussure, parfois aussi ce volume est plus grand ou plus petit. Or, la différence de ces résultats s'expliquerait, du moins en partie, en admettant que le carbone et l'oxygène de la graine s'unissent d'abord pour former de l'oxyde de carbone, que l'oxygène de l'air convertit ensuite en acide carbonique.

(M. Boussingault.)

MM. Oudemans et Rauwenhoff ont trouvé que les seuls produits gazeux ou volatils qui prennent naissance dans la germination, soit des graines oléagineuses, soit des graines amylacées, sont de l'acide carbonique et de l'eau; néanmoins, dans la germination des pois, il se produit de petites quantités d'ammoniaque, mais il n'y a pas formation d'oxyde de carbone, comme l'a supposé M. Boussingault.

Nous résumons ici une des expériences de M. Boussingault, qui l'ont conduit à admettre la production d'oxyde de carbone.

Des graines de trèfle desséchées à 110° furent placées dans une assiette de porcelaine et convenablement humectées d'eau. La germination ne tarda pas à se manifester. Dès que chaque radicule eut atteint la hauteur de 1 centimètre environ, la graine fut replacée à l'étuve et desséchée de

nouveau, afin d'arrêter la germination. On soumit ensuite les graines germées et non germées à l'analyse élémentaire, qui donna les résultats suivants :

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
Graine mise à sécher supposée sèche.	2,405	contenant	1,222	0,141	0,185	0,864
Graine germée	2,241	—	1,154	0,141	0,179	0,767
Différence.	0,164		0,068	0,003	0,006	0,097

La perte de carbone fut donc égale à 0,068, et la perte totale à 0,164. Ce résultat permettait déjà de supposer qu'il s'était produit de l'oxyde de carbone, puisqu'il pouvait entrer dans la perte totale 0,159 de ce gaz, formé par la combinaison des 0,068 de carbone avec 0,091 d'oxygène. Voyons maintenant comment la production de l'oxyde de carbone aurait pu influer sur le volume de l'atmosphère. Pour se convertir en un volume d'acide carbonique, le carbone exige 1 volume d'oxygène ; au contraire, pour passer à l'état d'acide carbonique, 1 volume d'oxyde de carbone n'exige que $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène : pour chaque $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène absorbé, il y aurait donc eu 1 volume d'acide carbonique produit, et, par suite, augmentation du volume de l'atmosphère.

(M. Boussingault.)

Une seconde expérience exécutée sur du froment a donné des résultats analogues. Il est possible que cette analogie ait persisté tant que la graine se trouve dans la première période de la germination ; mais à mesure que la radicule s'accroît, les phénomènes changent évidemment de nature : le carbone est toujours éliminé, mais dans des proportions qui ne pourraient constituer avec l'oxygène un composé du carbone. Cette perturbation est causée, comme nous le verrons plus loin, par l'action des parties vertes des plantes, qui se développent, et qui, sous l'influence des rayons du soleil, décomposent l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère pour s'en assimiler le carbone.

Deux forces se trouvent donc ici en opposition : l'une a pour effet la déperdition du carbone, l'autre a pour résultat l'assimilation de ce corps. Lorsque les parties vertes de la plante ne sont pas développées, la déperdition se continue ; mais quand les feuilles, l'écorce, etc., sont produites, la plante, absorbant du carbone, s'accroît avec rapidité.

Nous donnons ici, d'après M. Planta (*Annal. der Chem. und Pharm.*, CXV, 332), la composition des graines de maïs à l'état de maturation (I), après la première période de la germination (II), et après la seconde période (III) :

	I.	II.	III.
Eau	13,50	11,47	12,04
Cendres	1,59	2,51	2,45
Cellulose	2,47	1,96	2,59
Matière grasse	6,29	3,94	3,97
Sucre (1)	5,61	7,95	17,79
Amidon (2)	57,94	59,07	47,75
Albumine	12,60	13,10	13,41
	100,00	100,00	100,00

Il faut, pour que les graines puissent germer, un certain degré de température; le minimum de température à laquelle on puisse faire germer du blé d'hiver, de l'orge ou du seigle, est de + 7°. Des graines très-sèches, soumises pendant quelques instants à un froid intense, peuvent néanmoins conserver leur faculté germinatrice lorsqu'on les remet ensuite dans des conditions normales. Quant à la limite supérieure de température, elle varie beaucoup avec la nature de la graine. Des graines de pays tropicaux germent à 45° ou 50°, tandis qu'à 38° la rave ne peut plus germer; mais, pour une même espèce, la limite peut varier suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère.

MM. Edwards et Colin ont précisé les moyennes dans les différentes conditions de sécheresse et d'humidité : la moyenne dans l'eau est à 50°; dans la vapeur d'eau, à 62°; dans l'air sec, à 75°, en supposant que les graines ne restassent pas exposées pendant plus de quinze minutes à ces températures.

On a pensé pendant longtemps, d'après les expériences faites par Ingenhousz et par Senebier, que la lumière était défavorable à la germination, parce que les semences germent mal lorsque, après les avoir humectées, on les abandonne à l'air sans abri contre les rayons du soleil; mais les recherches de Th. de Saussure ont prouvé que l'action attribuée à la lumière n'est due qu'à la chaleur, qui dessèche les graines. En effet, en plaçant plusieurs graines humectées sous deux cloches de verre d'une égale capacité, mais dont l'une est opaque et l'autre diaphane, et en abandonnant ces cloches dans un endroit où pénètre la lumière diffuse, on reconnaît que la germination s'opère simultanément dans les deux appareils.

Le chlore favorise la germination. Ce gaz agit-il en s'emparant de l'hydrogène et en mettant ainsi en liberté de l'oxygène qui s'unit au carbone de la graine? La question n'est pas résolue. Quoi qu'il en soit, on a constaté que des graines de cresson placées, les unes dans l'eau ordinaire, les autres dans une solution aqueuse de chlore, ont germé six fois plus vite dans cette dernière liqueur que dans l'eau. L'action

(1) Et dextrine.
(2) Par différence.

du chlore est tellement favorable à la germination, que de vieilles graines, dont on n'avait pu obtenir aucun signe de germination dans les conditions ordinaires, donnèrent naissance à des radicules de $0^{m},001$, en restant plongées pendant vingt-quatre heures dans de l'eau de chlore. (DE HUMBOLDT.)

M. Knop, ayant fait germer des graines parfaitement saines dans du sable quartzeux ou dans du verre pilé, remarqua qu'une faible partie seulement de ces graines arrivait à germer, et que celles qui s'étaient développées donnaient naissance à des plantes qui, d'abord vertes, ne tardaient pas à jaunir, puis à dépérir. En arrosant ces plantes avec des dissolutions salines, entre autres des nitrates, elles restent étiolées et jaunes, et périssent bientôt.

Il a aussi remarqué que, dans les mêmes conditions, les graines germent plus facilement au printemps, ou à la température de 10° à 15°, qu'en été.

L'étiolement des plantes développées dans ces conditions provient, comme l'a constaté M. Knop, de la présence d'ammoniaque libre provenant de la décomposition des nitrates par les plantes ou de la putréfaction des matières albuminoïdes; cette dernière se faisant plus facilement en été, il en résulte que la germination est entravée par une température de 25° à 30°. En effet, la séve exprimée de ces plantes présente une réaction alcaline, tandis que la séve des plantes vertes et saines présente toujours une réaction légèrement acide.

On peut empêcher l'étiolement des plantes, dont l'origine est due aux circonstances que nous venons de citer, en acidulant de temps à autre les liqueurs salines avec lesquelles on arrose les plantes, ou en y ajoutant un sel de fer. Ce dernier agent ne doit son action qu'à l'acide qu'il renferme et qui sert à neutraliser l'alcali libre, et non pas au fer lui-même, que quelques physiologistes regardent comme nécessaire au développement de la matière colorante verte des feuilles.

(M. KNOP, *Chemisches Centralblatt*, avril 1862.)

M. Lemaire admet que la germination est provoquée par le développement d'infusoires. Il a trouvé que cette fonction est arrêtée lorsque la terre contient environ 2 pour 100 de goudron de houille; cette substance ne tue pas l'embryon, puisqu'en le plaçant ensuite dans un terrain normal, il se développe aisément. M. Lemaire compare cette action entravante à celle que le goudron exerce sur la fermentation, et l'attribue à l'action toxique qu'il exerce sur les infusoires. Il a observé l'existence de ces animalcules pendant l'acte de la germination.

(M. LEMAIRE, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 562.)

ACCROISSEMENT DES PLANTES.

Lorsque la racine et la tige, sorties de la graine, sont assez développées, les cotylédons qui leur ont fourni la première nourriture se des-

sèchent et ne fonctionnent plus. Cependant la plante continue à s'accroître, et son poids augmente à tel point, qu'une graine de betterave, par exemple, du poids de $0^{gr},004$, peut donner naissance à une plante pesant avec ses racines et ses feuilles $10^{kil},500$. (M. Boussingault.)

Il convient maintenant de rechercher quels sont les éléments que les plantes s'assimilent pendant leur période d'accroissement.

Lorsqu'on soumet un végétal à l'analyse, on reconnaît qu'il renferme du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène et des substances inorganiques. En éliminant ces derniers corps, qui proviennent du sol, on peut dire que les principes constituants des plantes sont dus à l'air et à l'eau. L'expérience a prouvé, en effet, que des graines convenablement humectées avec de l'eau distillée et mises dans du silex en petits fragments ou de la brique pilée ne contenant pas de traces de matière organique, ont parcouru, sans le secours du sol, toutes les phases de la végétation, depuis le développement du germe jusqu'à la fructification : il faut donc qu'elles aient puisé dans l'atmosphère le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène nécessaires à leur organisation.

(M. Boussingault.)

Nous examinerons successivement le mode d'assimilation de ces différents corps.

ASSIMILATION DU CARBONE.

L'assimilation du carbone dans l'acte de la végétation s'opère au moyen de la décomposition de l'acide carbonique contenu dans l'air. Cette décomposition, observée successivement par Bonnet, Priestley, Senebier et Ingenhousz, a pris un caractère de netteté depuis les belles expériences de Théodore de Saussure. Nous citerons ici textuellement quelques-uns de ses résultats.

« J'ai composé, dit Th. de Saussure, une atmosphère artificielle qui occupait 200 pouces cubes (5746 centimètres cubes), avec du gaz acide carbonique et de l'air commun, où l'eudiomètre à phosphore indiquait 21 centièmes de gaz oxygène ; l'eau de chaux y dénonçait 7,5 centièmes de gaz acide carbonique. Le mélange aériforme était placé dans un récipient fermé par du mercure humecté ou recouvert d'une très-mince couche d'eau pour empêcher le contact de ce métal avec l'air qui environnait les plantes ; car j'ai bien constaté que ce contact, ainsi que l'ont annoncé les chimistes hollandais, est nuisible à la végétation dans des expériences prolongées.

» J'ai introduit sous ce récipient sept plantes de pervenche, hautes chacune de 2 décimètres ; elles déplaçaient en tout 10 centimètres cubes ; leurs racines plongeaient dans un vase séparé qui contenait 15 centimètres cubes d'eau. La quantité de ce liquide, sous le récipient, était insuffisante pour absorber une quantité sensible de gaz acide, surtout à la température du lieu, qui n'était jamais moindre que 17° Réaumur.

» Cet appareil a été exposé pendant six jours de suite, depuis cinq heures du matin jusqu'à onze heures, aux rayons directs du soleil, affaiblis toutefois lorsqu'ils avaient trop d'intensité. Le septième jour, j'ai retiré les plantes, qui n'avaient pas subi la moindre altération. Leur atmosphère, toute correction faite, n'avait point changé de volume, du moins autant qu'on en peut juger dans un récipient de $0^m,13$ de diamètre, où une différence de 20 centimètres cubes est presque inappréciable, mais l'erreur ne peut aller au delà.

» L'eau de chaux n'y a plus démontré de gaz acide carbonique : l'eudiomètre y a indiqué 24,5 centièmes de gaz oxygène. J'ai établi un appareil semblable avec de l'air atmosphérique pur, et le même nombre de plantes à la même exposition; celui-ci n'a changé ni en pureté ni en volume.

» Il résulte des observations eudiométriques énoncées ci-dessus que le mélange d'air et de gaz acide contenait avant l'expérience :

4199	centimètres cubes	de gaz azote.
1116	—	de gaz oxygène.
431	—	de gaz acide carbonique.
5746		

» Le même air contenait après l'expérience :

4338	centimètres cubes	de gaz azote.
1408	—	de gaz oxygène.
»	—	de gaz acide carbonique.
5746		

» Les pervenches ont donc fait disparaître 431 centimètres de gaz acide carbonique : si elles eussent éliminé tout le gaz oxygène, elles en auraient produit un volume égal à celui du gaz acide qui a disparu; mais elles n'ont dégagé que 292 centimètres cubes de gaz oxygène dans la décomposition du gaz acide, et elles ont produit 139 centimètres cubes de gaz azote. »

Ce qui peut se résumer ainsi :

Acide carbonique absorbé	431 c. c.
Oxygène dégagé	292
Azote dégagé	139
Somme des volumes de l'azote et de l'oxygène éliminés	431

Plusieurs expériences, exécutées dans ces dernières années, ont donné les résultats suivants, qui concordent parfaitement avec ceux qu'avait obtenus Th. de Saussure :

	1re expérience.	2e expérience.	3e expérience.	4e expérience.
Acide carbonique absorbé...	309 c. c.	140	306	184
Oxygène dégagé.....	224	121	246	126
Azote dégagé.....	86	21	20	57
Somme des volumes de l'azote et de l'oxygène éliminés..	310	142	266	183

Comme on peut le voir par ce tableau, si l'on ajoute le volume de l'azote dégagé à celui de l'oxygène obtenu, on forme un nombre qui représente sensiblement le volume de l'oxygène qui aurait dû être éliminé. On peut donc croire que l'azote qui se dégage était interposé dans les pores des plantes, et que l'oxygène l'en a chassé mécaniquement.

(M. Boussingault.)

Maintenant, ce qui prouve que la décomposition de l'acide carbonique a véritablement lieu au profit des végétaux, c'est que des graines de fèves, du poids de 6gr,368, et contenant 1gr,209 de carbone, étant placées en plein air dans des capsules de verre remplies de silex qu'on arrosait d'eau distillée, ont donné, dans l'espace de trois mois des plantes pesant à l'état sec 10gr,721, et renfermant 3gr,703 de carbone. Il y a donc eu, pendant l'acte de la végétation de ces graines, une absorption de 2gr,494 de carbone, qui n'ont pu provenir que de l'atmosphère, puisque les plantes étaient isolées du sol. (Th. de Saussure.)

Les conditions auxquelles est soumise la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux avaient échappé à Priestley; car bien qu'il eût reconnu que l'air vicié par la respiration était amélioré par les feuilles, il ne pouvait pas toujours reproduire ce phénomène à volonté. Ingenhousz et Senebier prouvèrent les premiers qu'en exposant des feuilles fraîches et vertes à l'ombre et au soleil pendant qu'elles trempaient dans de l'eau contenant de l'acide carbonique, il se manifestait, sous l'influence solaire, un dégagement d'oxygène dû à la décomposition de l'acide carbonique dissous.

Th. de Saussure reconnut que la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux n'a pas lieu sans le concours de la radiation solaire, puisque des plantes exposées à l'ombre, dans une atmosphère ne contenant que de faibles proportions d'acide carbonique, n'ont vécu que peu de jours, ou se sont accrues beaucoup plus lentement que dans l'air ordinaire.

Le même observateur constata en outre que l'action des végétaux sur l'acide carbonique exige le concours de l'oxygène, car des plantes placées dans un mélange d'air et d'acide carbonique en différentes proportions n'ont commencé à végéter que dans une atmosphère ne contenant qu'un onzième d'acide carbonique. Leur végétation est devenue alors plus vigoureuse que dans l'air atmosphérique pur; et, après dix jours d'expérience, l'acide carbonique avait presque en totalité

disparu pour faire place à de l'oxygène, ayant cédé son carbone aux plantes.

Si toutes ces expériences tendent à démontrer que, sous l'influence de la lumière, les parties vertes des végétaux décomposent l'acide carbonique dont elles s'assimilent le carbone, il est intéressant de connaître si cette assimilation se fait aux dépens de l'acide carbonique de l'air ou de celui que renferme les eaux qui imbibent le sol.

Lorsqu'on pense à l'immense consommation d'oxygène opérée par la combustion et la respiration, et cependant à la proportion invariable de ce gaz dans l'air atmosphérique, que l'on se rappelle que cette consommation d'oxygène a pour objet de produire un volume de gaz carbonique égal à celui de l'oxygène absorbé, et que cependant la quantité de cet acide carbonique contenu dans l'air ne dépasse pas 4 à 5 dix-millièmes, on est disposé à croire que la perte de l'oxygène ne peut être réparée que par la décomposition d'un corps gazeux existant dans l'atmosphère et qui lui rendrait continuellement les volumes d'oxygène que la combustion et la respiration lui enlèvent continuellement.

Dans une savante argumentation sur l'assimilation du carbone de l'acide carbonique de l'air, M. Liebig a admis que l'assimilation du carbone est une des plus importantes fonctions de la vie végétale, en ce qu'elle a pour conséquence de rendre à l'atmosphère l'oxygène enlevé par la combustion et la respiration. Ce chimiste établit ensuite que, d'après le poids de l'atmosphère dont l'acide carbonique, contenant 27 centièmes de charbon, est la millième partie, il existe dans cette atmosphère 1500 billions de kilogrammes de carbone, quantité bien plus que suffisante à la nutrition des plantes.

M. Boussingault a exécuté des expériences qui doivent avancer la solution de cette question : dans un appareil convenablement disposé, il fait pénétrer une branche de vigne en pleine végétation, sur laquelle, par la disposition particulière de son appareil, passent par heure douze litres d'air. On s'assure, avant de soumettre la vigne à l'action de l'air atmosphérique, de la quantité d'acide carbonique que cet air contient, et par une autre analyse on apprécie celle qui reste dans l'air qui a passé sur la vigne. Deux expériences consécutives ont prouvé que l'air, en traversant l'espace où vit la branche éclairée par le soleil, se dépouille des trois quarts de son acide carbonique ; tandis qu'il se mélange au double de son poids d'acide carbonique, lorsqu'on fait fonctionner l'appareil dans la nuit.

Les considérations exposées par M. Liebig, et les expériences de M. Boussingault, prouvent donc que le carbone assimilé par les plantes est fourni en grande partie par la décomposition du gaz acide carbonique de l'atmosphère. Il est probable aussi que l'acide carbonique provenant de la décomposition des substances organiques qui existent dans le sol doit être absorbé par les plantes et servir ensuite à leur développement.

Dans un travail entrepris par M. Corenwinder sur l'assimilation du carbone par les feuilles des végétaux, cet habile expérimentateur est arrivé aux conclusions suivantes :

Les végétaux, exposés à la lumière diffuse, exhalent presque tous, dans les premiers temps de leur développement, une petite quantité de gaz acide carbonique.

Cette exhalation cesse le plus souvent dans l'âge adulte, quelquefois cependant elle continue à se produire; sous l'influence des rayons solaires, les plantes absorbent une grande quantité d'acide carbonique, et quelquefois de petites quantités de gaz à la lumière diffuse.

En général, la quantité d'acide carbonique absorbé est en raison directe de l'intensité de la lumière.

Les végétaux exhalent, pendant la nuit, de l'acide carbonique, mais cette exhalation est toujours en proportion plus faible que l'absorption de ce gaz qui s'est produite durant le jour; car, après l'exhalation produite pendant une nuit, il suffit d'une insolation de trente minutes pour que l'équilibre soit rétabli.

Il s'ensuit que les plantes puisent dans l'atmosphère, non pas une faible portion, mais la majeure partie du carbone qui est nécessaire à leur développement.

(M. B. Corenwinder, *Ann. de chim. et de phys.*, t. LIV, p. 321.)

Enfin, nous terminerons ce qui est relatif à cette question en rendant compte d'un travail récent de M. Boussingault sur la végétation dans l'obscurité.

On a vu que le concours de la lumière est nécessaire, une fois que la graine a germé et que les parties vertes sont formées, pour qu'un végétal puisse fonctionner normalement; en outre, tant que la graine est à l'époque de la germination, elle absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique, tandis que l'inverse a lieu pour les parties vertes, seulement alors il faut le concours de la lumière. Dans l'obscurité, les parties vertes absorbent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique. La plante est donc soumise à deux forces antagonistes : suivant le rapport existant entre ces forces, rapport déterminé par l'intensité de la lumière et par la température, une plante produira de l'oxygène ou de l'acide carbonique en proportions variables, ou bien il n'y aura émission ni de l'un ni de l'autre; car, pour une certaine intensité lumineuse, la plante se trouvera dans une sorte d'équilibre qui pourra subsister pendant des mois entiers.

Comme dans une obscurité complète la forme éliminatrice persiste seule, M. Boussingault a cherché ce qui adviendrait si on laissait l'embryon d'une semence se développer à l'abri de la lumière; il a constaté, par des expériences faites sur des pois, des grains de froment et de maïs, que, dans ces conditions, les feuilles ne fonctionnent pas comme un appareil réducteur, et que la plante émet incessamment de l'acide carbonique, tant que la graine peut fournir du carbone; en d'autres

termes, la durée de l'existence du végétal privé de lumière paraît dépendre de son poids.

M. Boussingault a fait en outre une expérience dans laquelle il a fait croître simultanément, dans de la ponce calcinée, deux graines de haricot, l'une dans l'obscurité, l'autre à la lumière, afin d'apprécier dans le premier cas la déperdition, dans le second l'assimilation des mêmes principes élémentaires.

Le grain de haricot mis dans la chambre obscure, à une température de 25° à 30°, pesait 1gr,077, poids correspondant à 0gr,926 à l'état sec; après un mois environ, la tige avait 44 centimètres de hauteur, et la plante pesait, à l'état sec, 0gr,566.

Quant à la graine placée à la lumière, elle pesait 0gr,922, supposée sèche; après le même temps, la plante entière, séchée à 110°, pesait 1gr,293.

Sous l'influence de l'air et de l'humidité, dans un sol privé d'engrais, pendant la végétation à la lumière, il y a donc eu assimilation de carbone, et en même temps fixation d'hydrogène et d'oxygène dans le rapport voulu pour former de l'eau.

A l'obscurité, dans des conditions semblables, il y a eu élimination de carbone, ainsi que d'hydrogène et d'oxygène, dans les proportions voulues pour constituer de l'eau.

Nous avons déjà vu que les semences ont toutes une constitution chimique analogue : elles renferment généralement de l'amidon, de la dextrine, des matières protéiques, des corps gras, de la cellulose et des substances minérales. Nous avons vu, en outre, que l'amidon est transformé en dextrine et en glucose; ces deux derniers principes devaient donc se trouver et ont été trouvés, en effet, dans les plantes venues à l'obscurité. Quelquefois du sucre se trouve associé au glucose. Ces principes ne sont pas les seuls qui existent, soit dans les graines, soit dans les plantes venues à l'abri de la lumière. Toutes ces substances réunies ne représentent pas pondéralement les principes qui ont disparu, puisqu'il y a perte de matière pendant la germination et pendant la végétation à l'obscurité. Ce qu'il y a de remarquable, en outre, c'est l'accroissement de la cellulose dans la plante développée à l'abri de la lumière. En somme, la végétation dans l'obscurité présente les mêmes phénomènes que la germination.

La plante venue à l'obscurité pèse notablement moins que la graine. Il est cependant impossible d'admettre qu'un végétal s'organise et prenne un développement considérable en perdant de la matière; mais il faut considérer que le poids de la plante est comparé au poids total de la graine, quand ce n'est, en réalité, que l'embryon qui se développe.

Dans certaines graines, le germe est tellement petit, qu'il serait difficile d'en apprécier le poids; mais il suffit de suivre son développement ultérieur pour s'assurer qu'il assimile réellement de la matière. L'or-

ganisme ainsi constitué est incolore, puisqu'il a été formé dans l'obscurité; mais il offre un tissu cellulaire solide, résistant, imprégné de liquide, tant que l'élément qu'il puise dans la graine ne lui fait pas défaut. C'est que la semence est constituée de telle sorte qu'elle porte en soi la nourriture de l'embryon, à savoir, de l'amidon qui se change en matières sucrées, en matières grasses et en albumine.

Ces phénomènes sont analogues à ceux que l'on observe dans le règne animal pendant le développement de l'œuf.

Une fois dégagé de la graine, l'embryon se développe dans l'obscurité comme dans les conditions normales, avec cette différence que la plante continue sans interruption à former de l'acide carbonique en brûlant du carbone. Tout organe végétal subit cette combustion, les feuilles comme les racines.

Une plante née dans l'obscurité et continuant à y végéter se comporte à beaucoup d'égards comme certains animaux inférieurs, tels que les zoophytes, qui ne possèdent aucun appareil spécial pour la respiration. La combustion a lieu dans le tissu cellulaire par l'intermédiaire de l'eau; il y a une faible production de chaleur. Cette plante subsiste tant qu'elle a du sucre, de l'albumine, des matières grasses, des phosphates à consommer, et lorsque, par l'épuisement de ces matériaux contenus dans le périsperme ou dans les cotylédons, l'aliment devient insuffisant, elle languit et meurt d'inanition.

L'analogie se poursuit encore plus loin. L'animal n'émet pas seulement de la chaleur, de l'eau, de l'acide carbonique; une partie de l'albumine qu'il consomme est modifiée par la combustion respiratoire en un composé azoté cristallisé : l'urée qui se rencontre dans les excrétions. De même, une graine qui germe, un végétal qui vit dans l'obscurité, élaborent dans leurs tissus un principe immédiat, cristallisé, l'*asparagine*, qui se transforme en aspartate d'ammoniaque aussi facilement que l'urée en carbonate d'ammoniaque.

Une plante produit ce principe, même à la lumière, dans les premiers temps de son développement, tant que domine la force éliminatrice. D'ailleurs, dans le jeune âge, la plante possède plus de racines placées dans l'obscurité que de feuilles exposées à la lumière. Aussitôt que, par l'abondance des feuilles, la force réductrice vient à dominer la force éliminatrice, on ne rencontre plus d'asparagine, si ce n'est dans les racines très-développées. Dans une plante venue à l'obscurité, on trouve de l'asparagine dans les feuilles, dans les tiges et dans les racines, parce qu'elle n'est pas modifiée par l'action de la lumière.

L'asparagine est certainement formée pendant la combustion cellulaire, car les graines qui en fournissent n'en renferment pas les moindres traces, et M. Boussingault s'est assuré que des plantes mises à végéter dans de la ponce calcinée, et arrosées avec de l'eau pure, produisent de l'asparagine quand leur développement a lieu dans

l'obscurité. Ainsi, 246 graines de haricot pesant 201 grammes, et s'étant développées dans ces conditions, pendant vingt jours, ont fourni 5gr,40 d'asparagine.

(M. Boussingault, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 881 et 917.)

ASSIMILATION DE L'OXYGÈNE.

Lorsqu'on expose pendant la nuit, sous une cloche pleine d'air atmosphérique, des plantes fraîchement cueillies, le volume de l'air diminue, une partie de l'oxygène disparaît, et il se forme de l'acide carbonique dont la quantité ne représente pas celle de l'oxygène disparu.

(Th. de Saussure.)

Si, dans cette circonstance, une partie de l'oxygène a été absorbée par les plantes pour la combustion d'une partie de leur carbone, il paraît évident que ces mêmes plantes en condensent l'autre partie.

Ces phénomènes d'*inspiration* ne se reproduisent pas toujours avec la même intensité; ils sont subordonnés à la nature des feuilles. Ainsi, celles des cactus, qui sont épaisses et aqueuses, condensent l'oxygène en ne laissant apparaître qu'une petite quantité de gaz acide carbonique; il est probable que l'eau, qui existe en assez grande quantité dans les feuilles, retient l'acide carbonique en dissolution. L'inspiration nocturne des plantes n'est pas le résultat d'une action mécanique, car les végétaux n'absorbent ainsi que l'oxygène.

Si l'on expose ensuite à la lumière solaire ces mêmes plantes qui ont présenté dans l'ombre le phénomène d'inspiration, elles restituent la plus grande partie de l'oxygène qu'elles ont condensé ou qui a été employé pour produire de l'acide carbonique, et l'atmosphère reprend son premier volume et sa première composition. Ce dernier phénomène est désigné par le nom d'*expiration*.

Nous venons de démontrer que dans l'obscurité les plantes vertes absorbent de l'oxygène en donnant naissance à de l'acide carbonique; il convient d'examiner si l'oxygène exerce la même influence sur les organes des plantes qui sont dépourvues de parenchyme vert.

Quand on place sous une cloche remplie d'oxygène une racine détachée de sa tige, le volume du gaz diminue, et il se forme du gaz acide carbonique, dont la racine absorbe une partie au moyen de son humidité. Dans cette circonstance, à l'ombre ou à la lumière, les racines se comportent comme les feuilles vertes, qui végètent dans l'obscurité. Si la racine est encore pourvue de ses tiges et de ses feuilles, et qu'elle communique avec une quantité limitée d'oxygène, les feuilles restant à l'air libre, on remarque que cette racine absorbe plusieurs fois son volume d'oxygène. Dans ce cas, l'acide carbonique produit est porté dans tout le végétal, où il éprouve une décomposition. (M. Boussingault.)

La nécessité de la présence de l'oxygène autour des racines est démontrée par l'expérience qui consiste à faire communiquer avec de l'acide

carbonique, de l'hydrogène ou de l'azote, les racines de plantes munies de leurs feuilles ou de leurs tiges vertes, végétant à l'air libre : ces plantes ne tardent pas à périr. Aussi, dans la pratique, rend-on le sol léger et perméable au moyen de labours et de diverses autres opérations mécaniques, afin que l'oxygène puisse arriver jusqu'aux racines.

Les arbres dont les racines, baignant dans une eau stagnante, sont par cela même privées d'oxygène, ne tardent pas à périr.

Les fruits et les parties ligneuses des plantes absorbent l'oxygène comme les racines, et changent ce gaz en acide carbonique. Cet acide est ensuite entraîné jusqu'aux parties vertes, où il se décompose en oxygène et en carbone.

Les expériences précédentes démontrent donc que le volume de l'oxygène éliminé par les végétaux n'est pas égal à celui de l'acide carbonique décomposé : une partie de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique est absorbée par la plante.

Indépendamment de ce mode d'assimilation de l'oxygène, il faut encore tenir compte de celui qui doit nécessairement résulter de la décomposition de l'eau, qui s'opère probablement sous les mêmes influences que l'assimilation du carbone.

Quoique cette décomposition de l'eau dans l'acte de la végétation ne soit pas aussi rigoureusement démontrée que celle de l'acide carbonique, il est difficile de ne pas l'admettre, lorsque l'on considère que, si l'oxygène absorbé par la combustion et la respiration n'était pas rendu en entier à l'atmosphère par la décomposition de l'acide carbonique, il arriverait un moment où l'oxygène ne serait plus en proportion suffisante dans l'atmosphère pour rendre l'air respirable. On peut donc admettre qu'une certaine portion d'oxygène versé dans l'atmosphère provient de la décomposition de l'eau par les végétaux.

ASSIMILATION DE L'HYDROGÈNE.

L'hydrogène qui se trouve dans les végétaux paraît provenir, comme l'oxygène, de la décomposition de l'eau. Pour le démontrer, il suffit de rappeler que des graines germent facilement sur un sol artificiel privé de toute substance organique et arrosé avec de l'eau distillée. Il est évident que, dans ce cas, l'eau apporte aux végétaux ses éléments combinés et dans un état qui est éminemment propre à l'assimilation.

(M. Boussingault.)

On trouve en effet dans certaines plantes un excès d'hydrogène par rapport à la proportion d'oxygène qu'elles renferment, ce qui est dû sans doute à la décomposition de l'eau, dont l'oxygène a été éliminé et l'hydrogène assimilé.

Hydrogène excédant les proportions nécessaires pour former de l'eau.

Trèfle	0,023
Pois	0,060
Froment	0,002
Trèfle repiqué	0,052

(M. Boussingault.)

Le rôle chimique de l'eau dans la végétation a été entrevu pour la première fois par Lavoisier. Voici en quels termes il énonce son opinion (*Réflexions sur la décomposition de l'eau par les substances végétales et animales*, dans *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1786, p. 590, et *Œuvres complètes* de Lavoisier, t. II, p. 669) :

« Toutes les fois qu'on se propose de décomposer une substance » formée de la réunion de deux principes, l'on peut attaquer séparément » l'un ou l'autre de ces principes : c'est ce qu'exprimaient les anciens chi- » mistes lorsqu'ils disaient que les mixtes ont différents côtés, différents » *latus*, et que les combinaisons se forment par les *latus* analogues. » L'eau est composée de deux substances, l'oxygène et l'hydrogène, » elle est susceptible d'être décomposée par l'un ou l'autre de ces *latus*. » Dans toutes les combustions, soit ardentes, soit obscures, c'est princi- » palement par le *latus* de l'oxygène que s'opère la décomposition ; mais » il est une opération de la nature dans laquelle cette décomposition » s'opère par le *latus* opposé, ou plutôt par une double affinité, c'est la » végétation.

» Pour se faire une idée de ce qui se passe dans cette grande opéra- » tion, que la nature semblait avoir, jusqu'ici, environnée d'un voile » épais, il faut savoir qu'il ne peut y avoir de végétation sans eau et sans » acide carbonique ; ces deux substances se décomposent mutuellement » dans l'acte de la végétation, par leur *latus* analogue : l'hydrogène » quitte l'oxygène pour s'unir au charbon, pour former les huiles, les » résines, et pour constituer le végétal ; en même temps l'oxygène de » l'eau et de l'acide carbonique se dégage en abondance, comme l'ont » observé MM. Priestley, Ingenhousz et Senebier, et il se combine avec » la lumière pour former du *gaz* oxygène.

» Je ne fais qu'annoncer cette théorie dont je ne suis pas encore en » état de développer les preuves, ajoute Lavoisier, et qui d'ailleurs ne » présente pas encore à nos yeux des résultats évidents. »

ASSIMILATION DE L'AZOTE.

On a considéré pendant longtemps l'azote comme ne faisant pas partie essentielle de la composition des végétaux ; mais des travaux récents et rigoureux ont démontré qu'il n'existe pas un seul végétal qui n'en contienne une proportion plus ou moins grande.

La présence de l'azote dans les plantes étant incontestable, et l'assimilation de ce corps étant prouvée par les résultats obtenus dans l'analyse du végétal, aux diverses époques de son accroissement, il convient de rechercher par quelles voies et à quel état l'azote s'introduit dans la plante.

Lorsqu'on examine l'action des engrais azotés sur les végétaux, on est conduit à les considérer comme la principale source de l'azote. Il est effectivement reconnu que les céréales renferment d'autant plus de gluten qu'elles se sont développées sur un terrain plus riche en matières azotées (HERMBSTOEDT). Mais des observations nombreuses paraissent prouver que, dans certaines circonstances, l'atmosphère cède aux plantes une partie de l'azote nécessaire à leur formation. On sait en effet que si la plupart des cultures épuisent le sol, il en est d'autres au contraire qui le rendent fécond : que l'on sème, par exemple, du trèfle, et qu'après avoir fait une première coupe, on enfouisse la nouvelle pousse, le sol devient assez fertile pour que cette culture soit suivie de récoltes abondantes et riches en principes azotés. Le trèfle n'a pas reçu d'azote, et cependant il en donne une quantité notable au sol. Il faut nécessairement qu'il en ait pris ailleurs que dans les engrais.

L'enfouissement en vert du trèfle ou de toute autre plante dite *améliorante* a par conséquent pour effet de rendre au sol, outre le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, la quantité d'azote qui lui a été enlevée par des cultures précédentes.

Les végétaux peuvent donc recevoir l'azote des engrais et de l'atmosphère. Ce dernier fait a été démontré par M. Boussingault, à l'aide des expériences suivantes :

Les graines dont on avait dosé les éléments furent placées dans du sable calciné et humecté d'eau distillée : on déposa les vases contenant le sable ensemencé dans une pièce vitrée où les rayons du soleil pénétraient sans obstacle. Après une culture de trois mois, ces plantes, qui avaient accompli tout leur développement, furent enlevées avec soin du sol factice, agitées doucement avec de l'eau pour les débarrasser du sable adhérent, desséchées à l'étuve et soumises à l'analyse élémentaire.

Les résultats obtenus, étant comparés à ceux que l'analyse préalable des graines avait donnés, prouvèrent que l'assimilation de l'azote peut être indépendante du concours du sol arable, puisque la végétation avait eu lieu dans un sol ne renfermant aucune matière organique. En effet :

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
1° Des graines de trèfle, pesant ensemble	1,586,	et contenant	0,806	0,095	0,114	0,571
donnèrent une récolte du poids de.	4,106	—	2,082	0,271	0,156	1,597
Le gain pendant la culture était égal à	2,520	représentés par	1,276 +	0,176 +	0,042 +	1,026

(M. BOUSSINGAULT.)

Les graines de trèfle avaient donc pris 0gr,042 d'azote à l'atmosphère.

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
2° Des pois pesant ensemble	1,072,	et contenant	0,515	0,069	0,046	0,442
donnèrent une récolte du poids de.	4,441	—	2,376	0,284	0,101	1,680
Le gain pendant la culture avait donc été de	3,369	représentés par	1,861 +	0,215 +	0,055 +	1,238

(M. Boussingault.)

La quantité d'azote que contenaient les pois avait donc plus que doublé pendant cette culture.

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
3° Des graines de froment, pesant ensemble	1,644,	et contenant	0,767	0,095	0,057	0,725
donnèrent une récolte du poids de.	3,022	—	1,456	0,173	0,060	1,333
Le gain pendant la culture avait donc été de	1,378	représentés par	0,689 +	0,078 +	0,003 +	0,608

(M. Boussingault.)

L'atmosphère avait donc cédé 0gr,003 d'azote aux graines de froment.

Dans cette dernière culture, la proportion de carbone, d'oxygène et d'hydrogène a augmenté considérablement, tandis que le gain en azote a été presque nul. Cependant les soins donnés au froment étaient les mêmes que ceux donnés au trèfle et aux pois.

Comme les plantes obtenues dans ces trois cultures ne présentaient aucune vigueur, et qu'il est parfaitement constaté que la richesse du terrain sur lequel lèvent les semences influent avantageusement sur les végétaux pendant toute leur période d'accroissement, que les végétaux aient été ou non transplantés, il était possible que les plantes chétives récoltées par M. Boussingault eussent mal accompli leurs fonctions dans l'atmosphère. Pour s'assurer de ce fait, on répéta les expériences sur des végétaux provenant d'un sol fertile, et repiqués dans du sable calciné. Voici les résultats obtenus :

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
Du trèfle bien venu, pesant avant son repiquage	0,884,	et contenant	0,384	0,046	0,033	0,419
pesait après 63 jours de culture dans le sable	2,264	représentés par	1,200	0,145	0,056	0,863
Le gain avait donc été pendant la culture de	1,380	représentés par	0,816 +	0,097 +	0,023 +	0,444

(M. Boussingault.)

Le poids de l'azote que renfermait le trèfle avait donc doublé pendant la végétation dans le sable.

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
De l'avoine en tige, pesant	1,560,	et contenant	0,827	0,106	0,059	0,568
pesait après 41 jours de culture dans l'eau distillée	3,118	représentés par	1,500	0,193	0,053	1,372
Le gain avait donc été pendant la culture de	1,558	représentés par	0,673 +	0,087 —	0,006 +	0,804

(M. Boussingault.)

Cette expérience montre que loin d'avoir gagné de l'azote, l'avoine en a perdu au contraire une certaine quantité.

En résumé, on voit que dans la culture en vase clos, le trèfle et les

pois se sont assimilé l'azote de l'air, tandis que le froment et l'avoine n'en ont pas absorbé une quantité sensible.

Ce résultat conduit naturellement à classer les végétaux en deux groupes distincts :

1° Végétaux qui absorbent l'azote de l'air, tels que les pois, le trèfle, les topinambours, et qui, pour cette raison, sont employés comme plantes améliorantes.

2° Végétaux qui empruntent l'azote aux engrais, sans en prendre à l'atmosphère, tels que le froment, l'avoine, le colza, et qui exigent, pour donner des récoltes abondantes, un sol contenant une grande quantité d'engrais azotés.

L'état sous lequel l'azote est assimilé par les végétaux n'est pas encore connu. Plusieurs opinions, fondées sur de nombreuses expériences, ont été émises par divers observateurs. Les résultats étant souvent contradictoires, nous nous bornerons à les rapporter ici sans les juger.

OPINION DE TH. DE SAUSSURE.

Th. de Saussure reconnut le premier que l'azote peut être cédé aux plantes par l'ammoniaque qui existe constamment dans l'atmosphère, ou par celle que peut engendrer avec le gaz azote de l'air, par voie de fermentation, l'hydrogène de la matière organique de la graine et de la plante.

Cette opinion est soutenue dans le mémoire que l'illustre physicien a publié sur la végétation, et dont nous reproduisons ici textuellement un passage :

« Si l'azote est un être simple, s'il n'est pas un élément de l'eau, on doit être forcé de reconnaître que les plantes ne se l'assimilent que dans les extraits végétaux et animaux et dans les vapeurs ammoniacales ou d'autres composés solubles dans l'eau, qu'elles peuvent absorber dans le sol et dans l'atmosphère. On ne peut douter de la présence des vapeurs ammoniacales dans l'atmosphère, lorsqu'on voit que le sulfate d'alumine pur finit par se changer en sulfate ammoniacal d'alumine. »

Plusieurs chimistes, M. Mulder entre autres, se sont arrêtés aux opinions de Th. de Saussure. M. Barral pense aussi que l'azote de l'atmosphère n'est assimilé par les plantes qu'après avoir passé à l'état d'ammoniaque ou d'acide nitrique.

OPINION DE M. LIEBIG.

M. Liebig admet qu'en effet c'est l'ammoniaque de l'atmosphère qui fournit l'azote aux végétaux, et il fonde son opinion sur les observations suivantes :

Lorsqu'on sème des graines dans du poussier de charbon arrosé avec de l'eau de pluie, elles germent et produisent des plantes vigoureuses. Il

faut par conséquent que ces plantes aient reçu l'azote nécessaire à leur organisation, soit de l'air que l'eau de pluie tient en dissolution, soit de l'ammoniaque qui s'y trouve toujours en certaine quantité. Or, on connaît le peu d'affinité de l'azote pour les corps autres que l'oxygène et l'hydrogène : il n'est donc pas probable que les matières végétales absorbent l'azote à l'état de liberté ; d'ailleurs, il est bien constaté que beaucoup de plantes exhalent l'azote qui pénètre dans leurs organes sous forme gazeuse ou en dissolution dans l'eau.

En donnant de l'extension aux expériences d'Hermbstoedt sur l'abondance et la richesse en azote des récoltes d'un terrain bien fumé, on voit que dans les céréales la quantité de gluten varie avec la proportion d'ammoniaque que les engrais placés aux racines dégagent par la putréfaction. Ce dernier fait prouve que l'ammoniaque provenant des engrais a cédé son azote aux végétaux, ou bien qu'elle a été assimilée sans décomposition.

Si les plantes cultivées dans un terrain contenant des engrais tirent leur azote du sol même où elles ont pris leur accroissement, tout végétal produit par un sol ne renfermant pas de principes azotés devra emprunter l'azote à l'ammoniaque de l'atmosphère. En effet, des expériences nombreuses ont établi que l'air atmosphérique est chargé de vapeurs de carbonate d'ammoniaque que l'eau de pluie amène toujours à la surface de la terre, où elles contribuent à l'entretien de la végétation.

La présence de l'ammoniaque dans les eaux de pluie, de source, de rivière et dans celles qui proviennent de la fonte des neiges au dégel, est facile à constater : il suffit d'additionner cette eau d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, d'évaporer à sec et de chauffer légèrement le résidu, après l'avoir mélangé avec de la chaux vive en poudre ; une odeur ammoniacale prononcée se répand aussitôt.

Lorsqu'on soumet à l'analyse le suc de l'érable saccharifère, du bambou, de la betterave, les pleurs de la vigne, les eaux distillées des pharmacies, les feuilles de tabac fraîches, et une infinité d'autres plantes, on y trouve de l'azote à l'état d'ammoniaque. Ces résultats démontrent clairement que pendant la végétation une partie de l'ammoniaque est absorbée sans décomposition.

A mesure que l'ammoniaque pénètre avec la séve dans le végétal, elle se décompose et contribue à la formation des principes immédiats que les pousses, les bourgeons et les feuilles s'assimilent. Elle produit aussi sans doute l'acide nitrique que renferment certaines plantes, telles que le tabac, la bourrache, l'héliotrope, et qui paraît indispensable à leur développement.

Tels sont, d'après M. Liebig, l'origine et le rôle de l'azote dans les plantes.

Les recherches de cet habile chimiste ont été complétées par l'examen approfondi qu'il a fait de plusieurs engrais employés en agriculture. Il a reconnu :

1° Que parmi tous les engrais animaux, l'urine de l'homme, qui produit en se décomposant une grande quantité de carbonate d'ammoniaque, doit être placée au premier rang pour son efficacité.

2° Que l'influence du plâtre si favorable à la végétation dépend de ce que le carbonate d'ammoniaque contenu dans l'atmosphère convertit le sulfate de chaux en sulfate d'ammoniaque, qui, dissous par l'eau de pluie, s'introduit dans les plantes et leur fournit l'ammoniaque nécessaire à leurs besoins.

3° Que l'argile agit surtout en absorbant l'eau ammoniacale qu'elle abandonne ensuite aux plantes.

4° Que le poussier de charbon est efficace, parce qu'il conserve les gaz qui s'introduisent dans ses pores, et qu'il les cède ensuite, par petites portions, aux végétaux.

OPINION DE M. BOUSSINGAULT.

Dans le but de reconnaître si les plantes s'assimilent directement l'azote libre de l'air, M. Boussingault a exécuté de nombreuses expériences, que nous décrirons ici avec quelque détail.

(*Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. XLI, p. 5.)

Première série d'expériences, dont le résultat a été de prouver que les plantes qui prennent leur accroissement dans une atmosphère limitée n'absorbent pas l'azote libre de l'air.

Des graines sont mises à germer dans de la ponce calcinée, et placées ensuite sous la cloche d'un appareil dont l'atmosphère, privée d'ammoniaque, ne se renouvelle pas. Les graines lèvent et produisent des végétaux complets, portant feuilles, fleurs et semences; mais la quantité d'azote que contiennent les plantes est égale à celle que renferment les graines : ce gaz n'est donc pas fixé pendant la végétation.

L'appareil employé se compose d'une cloche de verre de 35 litres de capacité, reposant par sa partie ouverte sur trois dés de porcelaine placés dans une cuvette à fond plat contenant de l'acide sulfurique étendu, de manière à limiter l'atmosphère de la cloche. Celle-ci recouvre un vase de cristal porté par un pied de verre et dans lequel se trouve un couche d'eau pure, ayant 2 centimètres de hauteur : ce vase doit recevoir le pot qui renferme la ponce ensemencée, afin que l'eau nécessaire à la plante lui arrive par imbibition. Deux tubes de verre, recourbés de manière à pénétrer dans la cloche par l'espace laissé entre son bord et le fond de la cuvette, amènent, l'un l'eau pure destinée à remplacer celle que les plantes absorbent, l'autre l'acide carbonique indispensable à la végétation ; ce dernier tube monte jusque vers le haut de la cloche et est muni d'un robinet qui permet de régler l'introduction du gaz acide carbonique.

La calcination de la ponce a lieu dans un creuset percé, dont on se sert ensuite comme d'un pot à fleurs pour semer les graines. On évite

ainsi le transvasement de la ponce calcinée, opération pendant laquelle des substances organiques pourraient être accidentellement mélangées à la ponce.

Le creuset-pot encore rouge est placé sur une rondelle de terre cuite également chaude; le tout est recouvert d'une cloche. Le refroidissement s'opère par conséquent à l'abri de la poussière. Lorsque la température s'est suffisamment abaissée, la ponce est humectée d'eau distillée privée d'ammoniaque et tenant en suspension des cendres de fumier. On y plante ensuite la graine, puis on dépose le creuset-pot dans le vase de cristal.

La cloche de verre étant replacée sur les dés, toute communication entre son atmosphère et l'air ambiant se trouve interceptée par la couche d'acide sulfurique étendu; d'ailleurs si, par l'effet de la pression ou par suite d'un phénomène de diffusion, l'air extérieur entrait dans la cloche, il perdrait, en traversant la liqueur acide, son ammoniaque et les poussières qu'il tient toujours en suspension.

Quand la graine a germé, et que les parties vertes se développent, on introduit dans la cloche plusieurs centièmes d'acide carbonique pur, afin que la plante puisse s'assimiler du carbone. Comme, pendant la durée de l'expérience, ce gaz disparaît par absorption et par diffusion, il faut de temps à autre en déterminer la proportion sur une petite quantité. Pour cela, on fait pénétrer dans la cloche l'extrémité d'un tube de verre convenablement recourbé et muni d'un robinet; puis, après avoir engagé l'autre extrémité du tube sous une éprouvette graduée remplie de mercure, on ouvre un moment le robinet, afin qu'une portion de l'air de la cloche se rende dans l'éprouvette. Cet air ainsi enlevé à l'appareil est agité avec une dissolution de potasse, qui absorbe l'acide carbonique: la diminution de volume qui a lieu indique la proportion d'acide carbonique existant dans la cloche. Du reste, la latitude est grande, car la végétation s'accomplit tout aussi bien, que l'atmosphère renferme 1 centième ou 8 centièmes d'acide carbonique; cette dernière proportion n'a jamais été dépassée dans les expériences de M. Boussingault.

Après trois mois de végétation environ, les plantes sont retirées du creuset-pot, séchées et soumises à l'analyse, dont les résultats doivent montrer s'il y a eu assimilation d'azote.

Il est indispensable, dans cette analyse, d'opérer le dosage de l'azote sur la plante entière, parce que, quelque soin qu'on ait pris pour diviser et mélanger les différentes parties du végétal, il peut se faire que l'on agisse seulement sur une fraction ne représentant pas la constitution de l'ensemble. L'erreur alors se trouve multipliée par 3, 4, 10, 100, etc., selon qu'on a analysé le tiers, le quart, le dixième, le centième, etc., de la plante récoltée, et l'on arrive à un résultat erroné. De plus, il faut doser l'azote du sol, qui peut retenir des débris de la plante, et celui que renferme le creuset-pot, qui, à cause de sa porosité, peut avoir

absorbé de l'eau chargée de matière organique azotée. Lorsque ces diverses opérations ont été exécutées avec les précautions indiquées, elles donnent des résultats exacts.

Nous présentons ici les nombres obtenus par M. Boussingault dans la végétation des haricots et de l'avoine.

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0349
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0290	
	dans le sol	0,0033	
	dans le creuset-pot	0,0017	
Total		0,0340	0,0340
Perte en azote pendant la végétation			0,0009

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0210
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0176	
	dans le sol	0,0003	
	dans le creuset-pot	0,0010	
Total		0,0189	0,0189
Perte en azote pendant la culture			0,0021

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0245
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0191	
	dans le sol	0,0029	
	dans le creuset-pot	0,0006	
Total		0,0226	0,0226
Perte en azote pendant la culture			0,0019

Végétation de l'avoine pendant deux mois.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0078
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0056	
	dans le sol	0,0011	
	dans le creuset-pot	»	
otal		0,0067	0,0067
Perte en azote pendant la culture			0,0011

Végétation de l'avoine pendant deux mois et demi.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0031
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0025	
	dans le sol	0,0005	
	dans le creuset-pot	»	
Total		0,0030	0,0030
Perte en azote pendant la végétation			0,0001

Conclusion.

Il n'y a pas eu d'azote fixé pendant la végétation.

M. Boussingault modifie alors son appareil; la ponce, préalablement chauffée au rouge et refroidie sous une cloche, est additionnée de cendres provenant de la calcination de fumier de ferme et de graines de même espèce que celles que l'on veut soumettre à l'expérience. Le mélange est humecté d'eau pure exempte d'ammoniaque, et introduit dans un ballon de 80 litres environ de capacité, que l'on ferme aussitôt avec un bouchon enduit de cire. Quarante-huit heures après ces préparatifs, le bouchon est enlevé, une certaine quantité d'eau pure est versée doucement sur la ponce, et, à l'aide d'un tube de verre, on fait tomber la graine à l'endroit où elle doit se développer. Lorsque les parties vertes se sont suffisamment développées, on substitue au bouchon un ballon de 7 ou 8 litres rempli d'acide carbonique pur et sec, et dont le col, légèrement conique, s'adapte exactement à l'ouverture du premier ballon. On lute les jointures avec de la cire, et l'on recouvre celle-ci d'une coiffe de caoutchouc. L'appareil ainsi disposé est enterré dans le sol, à une profondeur de 1 décimètre, afin de lui donner de la stabilité et d'éviter que les racines ne s'échauffent au soleil.

« Les avantages de cette nouvelle disposition sont évidents, dit M. Boussingault : car, en supposant, comme cela est vraisemblable, qu'il soit impossible de priver complétement d'ammoniaque ou de poussières de nature organique, l'eau, le sol et l'air que l'on fait intervenir, les causes d'erreur restent limitées à ce qu'elles sont au commencement de l'expérience, puisque, dans le cas le plus général, on ne renouvelle aucun de ces agents ; il n'est plus nécessaire de remplacer l'eau qui aurait été dissipée par l'évaporation, la végétation s'accomplit dans la même atmosphère où la graine a germé, et dans un sol perméable, constamment humide, bien qu'il soit dans la condition d'un terrain graissé.

» Quand une expérience est terminée, on retire la plante du ballon au moyen d'un gros fil de laiton ayant à son extrémité une fourche redressée,

dont on engage les dents sous les aisselles des pétioles. La ponce est ensuite versée dans une grande capsule de porcelaine, et, après avoir enlevé le plus promptement possible les débris de la plante qui s'y trouvent mêlés, on dessèche pour procéder au dosage de l'azote. »

Cet appareil a servi à exécuter plusieurs expériences dont voici les résultats :

Végétation du lupin pendant six semaines.

			gr.
Azote contenu dans la graine			0,0480
		gr.	
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0476	
	dans le sol	0,0007	
Total		0,0483	0,0483
Gain pendant la végétation			0,0003

Végétation du lupin pendant deux mois.

			gr.
Azote contenu dans la graine			0,1282
		gr.	
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0827	
	dans le sol	0,0419	
Total		0,1246	0,1246
Perte en azote pendant la végétation			6,0036

Végétation du lupin pendant sept semaines.

			gr.
Azote contenu dans la plante			0,0349
		gr.	
Azote contenu	dans la graine récoltée	0,0319	
	dans le sol	0,0020	
Total		0,0339	0,0339
Perte en azote pendant la végétation			0,0010

Végétation du lupin pendant six semaines.

			gr.
Azote contenu dans la graine			0,0200
		gr.	
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0199	
	dans le sol	0,0005	
Total		0,0204	0,020
Gain en azote			0,0004

Végétation du lupin pendant six semaines.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0399
Azote contenu	dans la partie récoltée	gr. 0,0369	
	dans le sol	0,0028	
Total		0,0397	0,0397
Perte en azote pendant la végétation			0,0002

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,02980
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,02363	
	dans le sol	0,00408	
Total		0,02771	0,02771
Perte en azote pendant la culture			0,00209

Conclusion.

Il n'y a pas eu de quantités sensibles d'azote fixées pendant la végétation.

Deuxième série d'expériences, ayant eu pour résultat de prouver que la végétation s'accomplit normalement dans une atmosphère limitée, pourvu que le sol renferme tous les éléments nécessaires à l'organisation des plantes.

Les plantes obtenues dans les expériences précédentes étaient loin de présenter la force et les dimensions ordinaires. Comme les matières minérales assimilables leur avaient été données en abondance, l'exiguïté de ces plantes était sans doute le résultat de l'exclusion des engrais azotés. Pour s'en assurer, M. Boussingault plaça des graines de cresson dans une même quantité (3 kilogrammes) de terre végétale, laissant les unes végéter à l'air libre, et recouvrant les autres d'une cloche renfermant de l'air mélangé avec une certaine quantité d'acide carbonique. De part et d'autre, l'accroissement fut le même, dans des temps égaux ; ce qui prouvait que la végétation peut être normale en vase clos, lorsque le sol contient des substances organiques azotées et des matières minérales assimilables.

Troisième série d'expériences, ayant eu pour résultat de prouver que la présence d'un engrais dans le sol ne favorise pas l'absorption de l'azote contenu dans l'atmosphère limitée où la végétation s'accomplit.

Première expérience. — Cette expérience a été faite sous une petite cloche de 5 litres de capacité. L'espace réservé aux graines était insuffi-

sant pour que les plantes pussent se développer, de telle sorte que plusieurs d'entre elles devaient cesser de végéter au bout de peu de temps, et agir alors comme engrais sur les plantes survivantes. On a formé alors deux lots de 13 graines de cresson alénois, pesant chacun 0gr,0335. L'un des lots a été semé dans du sable calciné que l'on a placé sous la cloche, l'autre a été réservé pour l'analyse.

Les 13 graines semées lèvent; mais à peine leurs tiges ont-elles atteint la hauteur de 3 ou 4 centimètres, qu'elles fléchissent, s'affaissent et cessent de végéter. Trois plants seulement résistent, et prennent alors un accroissement rapide. Au bout de 105 jours, on arrête l'expérience : le cresson récolté pèse 0gr,065; il renferme donc environ 10 fois autant de matière organique que les trois graines qui l'ont produit.

L'azote des treize graines mises en réserve est trouvé égal à.....	gr. 0,00135	
Les trois graines qui ont germé n'en devaient contenir que.....	0,00031	
Le cresson récolté renferme en azote, d'après l'analyse.....	0,00101	
Le gain a donc été de.....	0,00070	0,00070
Le sol a dû renfermer l'azote des dix graines qui ont péri, c'est-à-dire.....	0,00104	
Or, on a trouvé qu'il n'en contenait après l'expérience que.....	0,00033	
Il en a donc perdu.....	0,00071	0,00071

Cette perte étant sensiblement égale au gain en azote des plants récoltés, on peut en conclure qu'il n'y a pas eu absorption de l'azote atmosphérique.

Deuxième expérience. — Une seconde expérience est répétée dans le ballon de 80 litres, en prenant les mêmes soins : la ponce calcinée est mélangée avec des cendres provenant du fumier de ferme et de l'incinération de 20 graines de lupin.

8 graines de même nature, auxquelles on a enlevé la faculté de germer, en les plongeant dans l'eau bouillante, sont introduites, comme engrais, dans le sol: ces huit graines contiennent 0gr,1462 d'azote. Pour éviter toute perte, l'eau qui a servi à détruire le germe est jetée sur la ponce. On sème alors des graines de lupin contenant 0gr,0365 d'azote; la végétation accomplit toutes ses phases. Au bout de cinq mois, l'expérience est arrêtée; l'azote des plantes récoltées et celui du sol sont dosés. La somme des nombres obtenus dans ce dosage est inférieure à celle qui représente à la fois l'azote des graines semées et celui des graines employées comme engrais. Il n'y a donc pas eu fixation d'azote.

	gr.	
Azote des graines semées	0,0365	
Azote des graines employées comme engrais	0,1462	
Total	0,1827	0,1827
Azote des plantes récoltées	0,1165	
Azote du sol	0,0532	
Total	0,1697	0,1697
Perte en azote pendant la végétation		0,0130

M. Boussingault conclut donc de ces deux dernières expériences que les graines mortes, agissant comme engrais, ne déterminent pas l'assimilation de l'azote de l'air pendant la végétation.

Quatrième série d'expériences dont le résultat a été de prouver qu'il n'y a pas fixation d'azote par les plantes qui végètent à l'air libre et dans un sol privé d'engrais azotés.

Dans ces expériences, les graines, placées dans un sol formé de pierre ponce calcinée et de cendre, et humecté d'eau pure, se sont développées dans une cage vitrée de 124 litres de capacité.

La cage était formée de glaces fixées sur des châssis de fer verni, et scellées à demeure sur un socle de marbre. Un aspirateur faisait passer dans cette cage un courant d'air débarrassé d'ammoniaque en traversant des tubes remplis de ponce sulfurique. L'acide carbonique nécessaire à la végétation était fourni par un flacon dont la disposition permettait de régulariser l'arrivée du gaz dans la cage. Pour éviter que les feuilles qui auraient pu tomber cédassent de l'azote au sol, on les enlevait par une ouverture ménagée à la cage. Enfin les cendres mêlées à la ponce avaient été essayées pour déterminer si elles renfermaient de l'azote.

Voici les résultats obtenus dans la végétation de plusieurs plantes.

Végétation du lupin pendant deux mois et demi.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0196
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0170	
	dans le sol	0,0017	
Total		0,0187	0,0187
Perte en azote pendant la culture			0,0009

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0322
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0284	
	dans le sol	0,0041	
Total		0,0325	0,0325
Gain en azote			0,0003

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0335
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0330	
	dans le sol	0,0011	
Total		0,0341	0,0341
Gain en azote pendant la culture			0,0006

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0339
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0281	
	dans le sol	0,0048	
Total		0,0329	0,0329
Perte en azote pendant la culture			0,0010

Végétation de deux haricots nains pendant trois mois et une semaine.

Azote dans la graine			gr. 0,0676
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0589	
	dans le sol	0,0077	
Total		0,0666	0,0666
Perte en azote pendant la culture			0,0010

Conclusion.

Il n'y a pas eu d'azote fixé pendant la végétation.

Expérience ayant eu pour résultat de prouver que dans la végétation à l'air libre, la présence d'un engrais dans le sol ne détermine pas l'absorption de l'azote de l'air.

	gr.
Un lupin contenant en azote.....	0,0180
est planté dans de la ponce calcinée, renfermant 0gr,05 de cendres mixtes, 1 gramme de cendres lavées, et, comme engrais, un lupin dont on avait détruit la faculté germinatrice, et qui contenait en azote.....	0,0175
Total.....	0,0355
La plante végète dans la cage pendant un mois : on la soumet à l'analyse, qui prouve qu'elle renferme en azote.....	0,0302
L'azote du sol est recherché ; on en trouve.....	0,0032
Total.....	0,0334
Si l'on retranche cette somme de celle formée par l'azote de la graine semée et celui de l'engrais.....	0,0355
	0,0334
on voit qu'il y a une perte en azote égale à.....	0,0021

Conclusion.

La graine morte, en agissant comme engrais, n'a donc pas déterminé l'absorption de l'azote atmosphérique pendant la végétation de la plante à l'air libre.

Cinquième série d'expériences, ayant pour but de faire connaître la quantité d'azote que les plantes peuvent prendre à l'air en végétant à l'abri de la pluie.

Dans cette série d'expériences, rien n'a été changé aux dispositions adoptées pour le sol et l'eau. Les graines ont été placées dans du sable ou de la ponce calcinée, et arrosées avec de l'eau pure. On a ensuite introduit les pots, contenant le sol ensemencé, sous une cage vitrée reposant par son bord sur des dés de liége que supportait une table de marbre. Une ouverture ménagée à la partie supérieure de la cage laissait un courant d'air s'établir dans l'intérieur : l'air se renouvelait donc facilement, ce qui rendait les conditions de cette végétation aussi identiques que possible avec celles de la végétation ordinaire, excepté cependant l'accès de l'eau de pluie sur la plante. Pour éviter l'action de l'ammoniaque que dégage le sol, l'appareil a été disposé sur une terrasse élevée de 10 mètres. Chaque soir, ou au moment des pluies d'orage, les dés de liége ont été enlevés, afin que le vent ne fît pas tomber les feuilles, ou pour éviter que la pluie ne pénétrât dans la cage.

Voici les résultats obtenus dans plusieurs végétations :

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0349
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0327	
	dans le sol	0,0053	
Total		0,0380	0,0380
Gain en azote pendant la culture			0,0031

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0213
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0186	
	dans le sol	0,0052	
Total		0,0238	0,0238
Gain en azote pendant la culture			0,0025

Végétation de l'avoine pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0031
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0031	
	dans le sol	0,0010	
Total		0,0041	0,0041
Gain en azote pendant la culture			0,0010

Végétation d'un lupin pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0214
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0205	
	dans le sol	0,0030	
	dans le creuset-pot	0,0021	
Total		0,0256	0,0256
Gain en azote pendant la culture			0,0042

Végétation du froment pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0064
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0056	
	dans le sol	0,0014	
	dans le creuset-pot	0,0005	
Total		0,0075	0,0075
Gain en azote pendant la culture			0,0011

Végétation d'un lupin pendant deux mois et trois semaines.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0199
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0179	
	dans le sol	0,0050	
Total		0,0229	0,0229
Gain en azote pendant la culture			0,0030

Végétation d'un lupin pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0187
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0318	
	dans le sol	0,0069	
Total		0,0387	0,0387
Gain en azote pendant la culture			0,0020

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0318
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0287	
	dans le sol	0,0063	
Total		0,0350	0,0350
Gain en azote pendant la culture			0,0032

Végétation du cresson alénois pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0259
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0190	
	dans le sol	0,0082	
Total		0,0272	0,0272
Gain en azote pendant la culture			0,0013

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0293
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0233	
	dans le sol	0,0037	
Total		0,0270	0,0270
Perte en azote pendant la culture			0,0023

M. Boussingault n'a pas déterminé si l'azote fixé par les plantes dans ces expériences provient du carbonate d'ammoniaque ou des corpuscules organisés tenus en suspension dans l'atmosphère; mais en constatant le peu de vigueur de ces plantes, il a cru reconnaître que cette faiblesse dans le développement provient de l'insuffisance de la matière azotée. Toutes les fois, en effet, qu'une substance azotée a été introduite dans le sol, soit par le fait d'une graine morte, soit parce qu'on arrosait avec de l'eau contenant encore de l'ammoniaque, les végétaux soumis à l'expérience se sont accrus avec rapidité. Mais puisque, d'après les expériences précédentes, l'azote est fourni aux plantes par les engrais, lorsqu'une graine, d'un poids très-faible, lève dans un sol privé de matière azotée, son accroissement ne doit pas tarder à s'arrêter. Si l'on place, en effet, des graines extrêmement petites dans du sable calciné, les tiges des plantes produites atteindront au bout de quelque temps une dimension qui ne variera plus.

« Cet arrêt de tout accroissement ultérieur dans l'organisme, après la germination, quand la graine, privée d'engrais, n'est formée que d'une quantité de matière pour ainsi dire impondérable, offre peut-être, dit M. Boussingault, la preuve la plus frappante, par cela seul qu'elle est plus facile à acquérir, que l'azote qui est à l'état gazeux dans l'atmosphère n'est pas directement assimilable par les plantes. »

Dans ces derniers temps, M. Bineau a reconnu que l'eau de pluie, mise en contact avec les algues, perd rapidement toute son ammoniaque, et que les algues ont même la propriété de décomposer les azotates pour s'assimiler leur azote, soit à l'état libre, soit après qu'il a été transformé en ammoniaque.

OPINION DE M. VILLE.

Dans ces dernières années, M. Ville a entrepris des recherches étendues sur l'origine de l'azote dans les végétaux. Les expériences de ce chimiste l'ont conduit à admettre que l'azote des plantes ne provient pas seulement de l'ammoniaque fournie par les engrais, l'atmosphère et les eaux, mais encore de l'azote libre de l'air.

Nous empruntons au rapport que M. Chevreul a publié sur les travaux de M. Ville quelques-uns des résultats obtenus par ce chimiste dans ses expériences sur l'assimilation de l'azote par les plantes.

Lorsqu'on cultive des végétaux dans une atmosphère stagnante, on reconnaît, comme l'a démontré M. Boussingault, que la quantité d'azote des récoltes ne représente au plus que l'azote des semences.

« Mais, quand on opère le développement des semences dans une cage vitrée plus ou moins grande, où l'air, privé d'ammoniaque, se renouvelle lentement après avoir reçu 2 volumes de gaz acide carbonique environ pour 98 volumes d'air, le résultat diffère tout à fait du précédent, car,

dans le premier cas, le poids de la semence étant 1, celui de la récolte séchée est exprimé par 1, 4; 3, 1; tandis que dans le second il peut l'être par 40 et plus. »

Voici par quelle expérience M. Ville a été conduit à ces dernières conclusions.

« Une cage de verre de 150 litres de capacité reçut des pots de terre cuite percés de trous. Le fond de chacun de ces pots était garni de gros fragments de brique recouverts d'une couche de sable d'Étampes, faute de sable de Fontainebleau, qui est le plus convenable à l'expérience.

» Dans ce sable, on mit un nombre déterminé de graines de cresson. Les pots étaient placés au-dessus d'une couche d'eau qui, par capillarité, pénétrait le sable.

» La cage de verre communiquait d'une part avec un aspirateur de 500 litres, et d'une autre part avec l'air de l'atmosphère et un réservoir de gaz acide carbonique. Mais l'air n'arrivait pas directement dans la cage, il passait dans deux flacons remplis d'acide sulfurique concentré, puis dans deux flacons remplis de ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré, enfin dans deux flacons de carbonate de soude. C'est à sa sortie de ces flacons qu'il recevait 2 volumes de gaz acide carbonique pour 98 volumes d'air.

» L'air en vingt-quatre heures se renouvelait huit fois dans l'appareil.

» L'eau distillée dont le sable était humecté fut essayée avant et après l'expérience.

» Les pots, les fragments de brique et le sable, après avoir été rougis, subirent un examen avant d'être introduits dans la cloche, afin de savoir s'ils contenaient de l'ammoniaque : 40 grammes chauffés avec la chaux sodée n'en donnèrent pas sensiblement à l'acide sulfurique dilué normal. »

Enfin on ajouta au sable des cendres de graines de cresson.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

4 *août*. — On mit dans la cage vitrée trois pots : un grand, n° 1, et deux autres petits, n°s 2 et 3.

Le n° 1, outre les fragments de brique qui étaient au fond, reçut 2000 grammes de sable d'Étampes et 6 grammes de cendres de cresson. On y sema 158 graines de cresson, pesant $0^{gr},319$, et représentant $0^{gr},0099$ d'azote.

Le n° 2, disposé comme le précédent, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendres. On y sema 60 graines de cresson pesant $0^{gr},124$, et représentant $0^{gr},0038$ d'azote.

Le n° 8, disposé comme les précédents, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendres. On y sème 60 graines de cresson, pesant $0^{gr},1275$; et représentant $0^{gr},0038$ d'azote.

7 *août*. — Germination d'un grand nombre de grains.

Tous les deux jours environ l'eau de la cage est enlevée, mise à part, et remplacée par de nouvelle eau distillée.

Enfin, le 13 septembre, on renouvelle l'eau pour la dixième et dernière fois.

Plantes du n° 1, végétation manquée. — Plantes du n° 2, floraison très-belle. — Plantes du n° 3, floraison médiocre.

14 *septembre*. — Plantes du n° 1, quelques fleurs. — Plantes du n° 2, les graines commencent à se former. — Plantes du n° 3, floraison assez générale.

8 *octobre*. — La végétation est à sa fin dans les plantes les mieux venues.

12 *octobre*. — On met fin à l'expérience.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE.

Récolte du pot n° 1. — Cette récolte était très-inégale : une plante avait 1 décimètre de hauteur avec deux graines, tandis que la grandeur des autres plantes n'était que de 2 à 4 centimètres.

Les racines, en s'échappant dans l'eau par les trous du pot, s'y étaient excessivement ramifiées en formant ce qu'on appelle la queue de renard.

La récolte, séchée dans le vide sec, pesait 2gr,242 ; elle représentait 0gr,0097 d'azote.

Or, comme les semences en contenaient 0gr,0099, on doit en conclure qu'il n'y a pas eu d'azote fixé dans les plantes, sauf celui des semences.

Ce résultat est remarquable en ce que le poids des semences étant 1, celui de la récolte sèche est représenté par 7.

Récolte du pot n° 2. — Cette récolte était plus uniforme et bien plus belle que la précédente.

Séchée dans le vide, elle pesait 6gr,021 ; le poids de la semence étant 1, celui de la récolte sèche était donc 48,5.

	gr.
La récolte contenait	0,0530 d'azote.
Et les semences	0,0038
	0,0492

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné 0gr,0492 d'azote.

Récolte du n° 3. — Cette récolte, quoique supérieure à celle du n° 1, était bien inférieure à la récolte du n° 2. En effet, séchée dans le vide, elle pesait 1gr,506 ; conséquemment le poids de la semence étant 1, celui de la récolte était 12.

	gr.
La récolte contenait	0,0110 d'azote.
Et les semences	0,0039
	0,0071

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné 0gr,0071 d'azote.

Nous rappelons qu'avant l'expérience, les pots, les briques et le sable d'Étampes avaient été rougis au feu, et qu'on s'était assuré, avant de les introduire dans la cage vitrée et dans la cloche, qu'ils ne contenaient pas d'ammoniaque ; du moins, en chauffant 40 grammes de chacune de ces matières dans un tube avec de la chaux sodée et en recevant le produit dans de l'acide sulfurique dilué normal, on n'accusait pas traces d'ammoniaque.

Toutes les eaux qui avaient séjourné dans la cage vitrée, réunies, représentaient 60 litres.

On avait mis en réserve une quantité notable de l'eau distillée qui devait servir à l'expérience, afin d'examiner comparativement et en même temps, après l'expérience, ces deux portions d'eau, et de doser l'azote qui s'y trouvait.

Voici les nombres obtenus dans deux dosages :

Azote de l'eau distillée après l'expérience...	0,00130
Azote de l'eau distillée avant l'expérience.....	0,00066
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée.....	0,00064
Azote de l'eau distillée après l'expérience.....	0,000520
Azote de l'eau distillée avant l'expérience.....	0,000087
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée.....	0,000433

La récolte se trouvant plus riche en azote que les semences, et l'eau contenant plus d'ammoniaque après qu'avant d'avoir séjourné dans la cage, M. Ville conclut qu'il y a eu absorption de l'azote de l'air.

On voit, d'après cela, qu'il y a opposition complète entre les idées de M. Boussingault et celles de M. Ville. Le premier a été amené, par ses expériences, à admettre que l'azote libre de l'atmosphère n'est pas assimilé directement par les végétaux. M. G. Ville, au contraire, tire de ses observations la conclusion que l'azote atmosphérique non combiné est une des sources les plus considérables où les végétaux vont puiser l'azote qui est nécessaire à leur développement.

OPINION DE M. KUHLMANN.

D'après M. Kuhlmann, les azotates répandus sur des récoltes augmentent notablement leur produit. Ce chimiste pense que l'azote des azotates est ordinairement assimilé par les plantes, après avoir été transformé préalablement en ammoniaque par une désoxygénation provenant de la fermentation putride. Nous verrons plus loin que cette opinion est diamétralement opposée à celle émise par M. Cloëz, qui admet que l'ammoniaque n'agit efficacement et d'une manière utile qu'en se transformant d'abord en acide nitrique, et que, si cette oxydation ne peut pas se produire, l'ammoniaque agit sur les plantes comme un véritable poison.

OPINION DE MM. LAWES ET GILBERT.

MM. Lawes et Gilbert, en Angleterre, se sont aussi occupés de la question importante de l'assimilation de l'azote. Ils ont déterminé les proportions d'azote absorbées sur une même surface et dans des récoltes diverses, avec ou sans intervention de fumier, et ont trouvé que, sans l'application d'engrais nitrogénés, la proportion d'azote renfermée dans les plantes légumineuses est sensiblement double de celle renfermée dans les graminées cultivées sur le même sol. Ils trouvèrent qu'après avoir cultivé du trèfle pendant une série d'années dans le même terrain, aucune combinaison d'engrais ne pouvait rétablir la faculté productrice de trèfle du sol ainsi épuisé.

Dans leurs expériences sur le blé, ils observèrent que la même proportion d'azote par acre était obtenue, soit en faisant produire au sol une récolte chaque année, soit en alternant les récoltes avec des jachères. La récolte pendant l'année de culture, dans ce dernier cas, compensait, par la quantité, le déficit résultant de la jachère précédente.

Les récoltes de légumineuses paraissent influencées d'une manière peu sensible par l'application d'engrais nitrogénés, tandis que le contraire s'observait avec les graminées.

Après ces expériences préliminaires, MM. Lawes et Gilbert cherchèrent alors la source de l'azote combiné à laquelle les végétaux puisent leur azote, et si l'azote libre pouvait être directement assimilé.

Ils trouvèrent que l'une des sources d'azote se rencontre dans les matières minérales qui constituent le sol. Celles qu'on extrait d'une certaine profondeur renferment toujours de l'ammoniaque.

Une quantité considérable d'ammoniaque est, ainsi que nous l'avons déjà indiqué plus haut, renfermée dans les eaux météoriques, puis entraînée dans le sol; mais il est fort douteux, d'après MM. Lawes et Gilbert, que cette quantité excède 4 à 5 kilogrammes d'azote par acre et par année. Ils ne pensent pas que dans les cas ordinaires, l'azote libre de l'air puisse se combiner avec l'hydrogène des matières végétales en putréfaction, ni qu'il puisse y avoir oxydation de l'azote par suite de l'ozonisation de l'oxygène de l'air par les feuilles sous l'influence des rayons solaires.

Pour déterminer si les plantes absorbent directement l'azote libre de l'air, MM. Lawes et Gilbert ont fait usage de l'appareil suivant :

Une grande cloche de verre reposait sur une plaque, de la surface de laquelle s'élevaient deux cylindres concentriques. Les bords de la cloche entraient dans l'espace laissé libre entre ces deux cylindres, et la fermeture hermétique était obtenue en mettant du mercure dans cette rainure.

La terre employée avait été préalablement calcinée, lavée ensuite pour

en extraire tous les principes solubles, calcinée de nouveau, et enfin refroidie dans un espace sec. Elle fut ensuite placée dans des pots de terre poreuse.

L'air amené aux plantes passait à travers de l'acide sulfurique, pour le débarrasser de l'ammoniaque qu'il pouvait contenir, puis à travers du carbonate de soude, avant de pénétrer dans la cloche; il y était introduit par pression et non par aspiration, pour se mettre à l'abri de toutes causes d'erreurs pouvant provenir des fuites.

Les graines qui germèrent sous cet appareil se développèrent jusqu'à un certain point. Les légumineuses périssaient presque immédiatement après la germination : dans quelques expériences, des substances azotées furent fournies à ces plantes jusqu'à ce qu'elles eussent atteint un certain degré de développement; mais, dans aucun cas, on ne put constater la moindre augmentation dans la proportion d'azote en dehors de celle contenue originairement dans les graines et dans les matières azotées ajoutées postérieurement. En réalité, dans ces derniers cas, on constatait toujours une perte d'azote qui se dégageait à l'état d'ammoniaque, et qui était entraînée hors de l'appareil par le courant d'air.

La perte d'azote pouvait aussi provenir de l'azote libre produit pendant la décomposition spontanée de parties des plantes qui avaient péri, mais aucune perte de ce genre n'eut lieu dans les conditions dans lesquelles s'étaient placés les expérimentateurs.

Ces expériences viennent confirmer celles de M. Boussingault, en montrant que l'azote libre n'est pas assimilable par les végétaux.

OPINION DE M. CLOËZ (1).

ASSIMILATION DE L'AZOTE LIBRE. — M. Cloëz ne croit pas non plus à l'assimilation directe de l'azote atmosphérique libre par les plantes, et il attribue aux nitrates l'origine de l'azote que certains chimistes rapportent à l'air.

MODES D'ACTION DE L'AMMONIAQUE ET DES SELS AMMONIACAUX SUR LA VÉGÉTATION. — Quant au mode d'action de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux, ces agents favorisent la végétation, le fait est incontestable. Mais quel est le mode d'action de ces composés? Les plantes les absorbent-elles dans l'état où nous les répandons sur le sol, et peuvent-ils alors être assimilés directement, et servir avantageusement à leur accroissement? Il y a une quinzaine d'années, tous les agronomes admettaient l'assimilation directe ; la plupart même étaient disposés à consi-

(1) Ce chapitre est extrait des leçons professées à la Société chimique en 1861. (M. Cloëz, *Recherches sur la nitrification*, et *Considérations générales sur le rôle des nitrates dans la végétation.*)

dérer l'ammoniaque comme l'unique forme sous laquelle l'azote pénètre dans les plantes. Aujourd'hui les avis sont partagés ; la grande majorité des chimistes penche encore pour l'ancienne opinion, mais il y en a quelques-uns qui la rejettent complétement.

L'action favorable de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux a été constatée pratiquement dans presque tous les pays civilisés, et par les agronomes les plus éminents. M. Cloëz admet le fait comme exact, mais il pense qu'il a été mal interprété, et que l'ammoniaque n'est utile aux plantes que dans le cas où elle trouve dans le sol les conditions favorables à son oxydation, à sa transformation en acide nitrique; dans le cas contraire, elle agit comme un véritable poison.

En 1843, M. Bouchardat a communiqué à l'Académie des sciences un *Mémoire sur l'influence des composés ammoniacaux sur la végétation*, et il a été conduit aux conclusions suivantes :

1° Les dissolutions des sels ammoniacaux communément employés ne fournissent pas aux végétaux l'azote qu'ils s'assimilent.

2° Lorsque ces dissolutions à 1 millième sont absorbées par les racines des plantes, elles agissent toutes comme des poisons énergiques.

Ces conclusions, à l'époque où elles ont été présentées, paraissaient en désaccord avec les faits généralement connus; elles n'ont pas été admises par les chimistes, elles ont été de plus réfutées par M. Kuhlmann, dans une série de mémoires concernant des expériences sur la théorie des engrais.

Il est bon de remarquer que dans les conditions ordinaires de l'emploi des sels ammoniacaux, conditions dans lesquelles s'est placé M. Kuhlmann, ces composés trouvent dans le sol des circonstances faciles à la nitrification ; dans les essais de M. Bouchardat, au contraire, on fait tremper la plante dans une dissolution saline où l'oxydation de l'ammoniaque ne peut pas avoir lieu. Cette circonstance explique la contradiction que l'on remarque entre les conclusions de M. Bouchardat et les opinions de MM. Liebig, Dumas, Boussingault, Kuhlmann, Schattenmann, etc.

Dans un travail entrepris par M. Cloëz, en collaboration avec M. Gratiolet, sur la végétation des plantes submergées, ces expérimentateurs ont consigné une observation qui rend sensibles à la vue les effets nuisibles des sels ammoniacaux, toutes les fois qu'on les présente aux plantes dans un milieu où ils ne se trouvent pas dans les conditions convenables à la nitrification.

On sait que les plantes aquatiques exposées à la lumière, dans de l'eau distillée tenant en dissolution de l'acide carbonique, donnent lieu à un dégagement très-abondant de gaz oxygène ; si l'on ajoute une quantité, même très-minime, d'un sel ammoniacal à la dissolution aqueuse d'acide carbonique, au moment où le phénomène de décomposition de cet acide se produit avec le plus d'activité, le dégagement d'oxygène diminue rapidement pour cesser bientôt avec la mort de la plante.

Cette observation a conduit MM. Cloëz et Gratiolet à conclure que les sels ammoniacaux en dissolution dans l'eau, à la dose de 0,0001, sont nuisibles à la végétation des plantes aquatiques; la raison en est que ces sels ne se trouvent pas dans des conditions favorables à la nitrification.

La conclusion que l'on doit tirer de ces faits, c'est que l'ammoniaque n'est pas assimilée directement par les végétaux, mais qu'elle doit se trouver dans des conditions telles qu'elle puisse s'oxyder et se transformer en acide nitrique. Chaque fois que cela a lieu, l'ammoniaque agit sur la plante comme un véritable poison.

Du rôle des matières organiques azotées. — Les plantes peuvent-elles s'assimiler les substances organiques azotées solubles? De Saussure l'admettait; quelques chimistes encore le pensent, mais rien n'est moins prouvé. Dans le doute, il est sage de s'abstenir. Dans le cas où les matières organiques se décomposent, elles produisent de l'ammoniaque, de l'acide nitrique, de l'acide carbonique, etc. : leur action fertilisante est alors très-puissante, mais il est clair que les effets produits ne sont pas dus à la matière organique elle-même; ils doivent être attribués aux produits de sa décomposition.

Influence des nitrates sur la végétation. — De tout temps le nitre a joué un grand rôle dans la végétation. Glauber célèbre à tout moment ses vertus, il le présente comme le seul principe de la végétation. Le nitre cru, d'après Bacon, est la vie des plantes; c'est le sel de fécondité: si la superficie de la terre n'en était imprégnée, elle ne pourrait produire aucune plante. Toutes celles qui naissent dans les endroits où le nitre s'est attaché, sont toujours extraordinairement grandes et bien nourries. L'abbé de Villemont, ainsi que Home, ne tarit pas quand il s'agit du nitre et de son action sur les plantes. A une époque plus rapprochée, Pietsch prouve expérimentalement l'absorption du nitre par les plantes. « Si l'on prend, dit ce chimiste, un vase d'une matière aussi peu poreuse qu'il est possible, et fermé par en bas, et que l'on y mette de la terre mêlée avec une certaine quantité de nitre cru, dont on connaît exactement le poids, qu'on y sème de la graine de jusquiame, d'atriplex ou de quelque autre graine de pareille grosseur, et qu'on l'arrose souvent avec de l'eau, lorsque l'herbe sera devenue grande, qu'on examine combien de nitre y sera resté, et l'on verra qu'il n'y en a plus guère ou peut-être point du tout.

On sait que les parties vertes des végétaux exposées à la lumière décomposent l'acide carbonique, en retenant le carbone et en laissant échapper l'oxygène; elles décomposent de même l'eau, dont elles s'assimilent l'hydrogène. Dans ces conditions, les plantes fonctionnent comme de véritables corps réducteurs.

Par analogie, on peut conclure qu'elles doivent se comporter de

même à l'égard de l'acide nitrique comme à l'égard de l'eau et de l'acide carbonique ; l'azote se trouverait retenu et assimilé comme le carbone et l'hydrogène, tandis que l'oxygène serait éliminé.

Ainsi, loin d'admettre, ainsi que l'ont fait M. Kuhlmann et quelques autres chimistes, que l'acide nitrique est réduit dans le sol par la fermentation putride et ramené à l'ammoniaque, M. Cloëz pense au contraire que l'ammoniaque doit toujours se nitrifier : et en effet, on sait depuis Marggraff, qu'il existe des nitrates, quelquefois en quantité considérable, dans toutes les eaux souterraines ; le même fait a été observé récemment dans les eaux de drainage.

La nécessité de la nitrification de l'ammoniaque et de l'azote des matières organiques employées comme engrais explique les bons effets de l'aération du sol ; elle indique l'utilité des labours multipliés et profonds ; elle justifie même, jusqu'à un certain point, la pratique de la jachère ; elle est cause que toute végétation est languissante par la sécheresse, et que tous les terrains acides, fussent-ils même chargés d'engrais azotés, sont généralement stériles.

RESPIRATION DES FRUITS.

On n'a pendant longtemps considéré dans la respiration des végétaux que celle exercée par les parties vertes ou colorées. M. Cahours, dans un mémoire important publié récemment, s'est occupé de la respiration des fruits.

Tout fruit présente, en outre de la période de maturation, dont les phénomènes chimiques ont été décrits par MM. Decaisne et Fremy, une période de végétation pendant laquelle il se conserve en respirant.

Depuis le moment où le fruit commence à se former, jusqu'à l'époque où il atteint l'état de maturité complète, il s'établit, entre les principes qu'il renferme et ceux qui constituent l'atmosphère qui le baigne de toutes parts, des réactions qui amènent des modifications plus ou moins profondes dans les substances primitivement élaborées. C'est ainsi que, suivant les expériences de M. Fremy, la pectose et l'amidon, principes insolubles, se transforment successivement en pectine et en sucre que l'eau dissout facilement, et dont la saveur douce tend à masquer celle des acides qui se forment simultanément, ainsi que le goût astringent dû à la présence du tannin. Ces transformations successives se produisent sous l'influence de ferments particuliers, et sans l'intervention d'aucun produit gazeux. Ce n'est que bien postérieurement que le sucre, qui présente plus de stabilité, se détruit à son tour en éprouvant la fermentation alcoolique, ce qui rend compte de la production des éthers composés qui se rencontrent dans un grand nombre de fruits lorsque l'époque de leur maturation se trouve un peu dépassée. A cette époque, enfin, dont la durée peut varier pour un même fruit, suivant

les circonstances, succède celle de la destruction, qui, en amenant la désagrégation des éléments constitutifs du fruit, met à nu la graine qui doit servir à la reproduction d'une espèce identique.

Le mode d'expérimentation qu'a adopté M. Cahours pour cette étude de physiologie végétale, consistait à étudier :

1° La proportion des gaz contenus dans le parenchyme du péricarpe, ainsi que leur composition.

2° L'action du fruit sur le gaz oxygène, soit seul, soit à l'état de mélange avec l'azote.

3° L'action sur le même gaz de chacune des enveloppes du fruit et de sa partie charnue.

En suivant ce mode d'expérimentation, M. Cahours s'est assuré que des oranges, des citrons, des pommes, arrivés à l'état de maturité parfaite, et placés dans des cloches remplies d'oxygène pur ou d'un mélange d'oxygène et d'azote, mélange où dominait l'oxygène, ou enfin d'air atmosphérique, respirent en consommant une certaine quantité d'oxygène et fournissant une quantité sensiblement égale de gaz acide carbonique. La proportion de ce dernier gaz est toujours plus considérable à la lumière diffuse que dans l'obscurité. Elle s'effectue d'une manière graduée jusqu'à une certaine époque, à partir de laquelle elle augmente considérablement. La face interne de la peau qui touche le fruit présente alors une certaine altération.

Qu'on opère à la lumière diffuse ou dans une obscurité complète, on observe constamment que la proportion d'acide carbonique formé croît avec la température du milieu dans lequel le fruit respire. Ainsi, dans l'intervalle compris entre le point de maturité complète, et la période de décomposition, le fruit agit sur le milieu qui l'enveloppe de la même manière que depuis l'époque où il a perdu sa coloration verte jusqu'à celle où il a atteint sa maturité. Dès que la période de décomposition commence, la proportion d'acide carbonique produit s'accroît d'une manière très-rapide; on rentre alors dans l'étude des phénomènes chimiques qui se produisent toutes les fois qu'une substance organique soustraite à la force vitale est soumise à l'influence des agents atmosphériques.

Pour déterminer la proportion des gaz dissous dans le suc des fruits, leur composition et les variations auxquelles ils sont soumis, M. Cahours a écrasé les fruits sous la cuve à mercure, de manière à en recueillir le jus dans une éprouvette: quand il s'en trouvait une quantité suffisante, on fermait l'éprouvette par un bouchon muni d'un tube de dégagement; en enfonçant suffisamment le bouchon, une partie du jus s'écoulait par le tube et remplissait celui-ci entièrement. L'éprouvette étant disposée dans un bain d'huile, la tube abducteur s'engageait sous une cloche remplie de mercure. On arrive à d'aussi bons résultats en exprimant simplement les fruits sous une presse, et introduisant dans des ballons le jus qui s'en écoule, en ayant soin de remplir ces ballons entièrement.

En suivant cette méthode et la marche ordinaire de l'analyse des gaz, M. Cahours est arrivé aux résultats suivants :

Les oranges arrivées à maturité donnent par l'expression un jus qui laisse dégager environ 8 pour 100 de son volume d'un gaz formé uniquement d'acide carbonique et d'azote. Cette proportion de gaz dégagée par l'ébullition du liquide est sensiblement constante lorsqu'on opère sur des fruits au même degré de maturité, quelle que soit leur provenance : c'est ce qui résulte de dix expériences exécutées sur des oranges de Malte, de Blidah et du Portugal. Le gaz ainsi recueilli présente en outre une composition sensiblement constante ; il renferme environ les quatre cinquièmes de son volume d'acide carbonique et un cinquième d'azote.

Les citrons à maturité fournissent, comme les oranges, un jus trouble, mais très-fluide, qui laisse dégager, par l'action de la chaleur, un gaz dont la proportion s'élève à 6 pour 100 environ du volume de liquide employé. Le rapport de l'acide carbonique à l'azote est sensiblement constant dans ce mélange, il est de 7 à 3 environ.

Le jus des grenades mûres et parfaitement fraîches fournit une proportion de gaz moindre que dans les deux cas précédents ; elle s'élève à 5 pour 100 environ du volume de liquide employé.

Ce gaz renferme l'acide carbonique et l'azote en proportions sensiblement égales à celles que présente le gaz fourni par le jus de citron.

Les poires arrivées à maturité fournissent des proportions de gaz moindres que les grenades ; leur teneur en acide carbonique est beaucoup plus faible.

Enfin, les pommes de reinette, de calville, de châtaignier, donnent un jus épais qui fournit à peine 3 pour 100 de son volume d'un mélange gazeux renfermant de 40 à 45 pour 100 d'acide carbonique.

Quant à l'oxygène, l'hydrogène, l'oxyde de carbone et le gaz carboné, ils paraissent manquer complétement dans ces mélanges gazeux.

Si l'on prend un fruit mûr et qu'on l'abandonne à lui-même dans de grandes cloches remplies d'air ou d'oxygène, ce gaz est absorbé graduellement. Si l'on met fin à l'expérience, quand le fruit commence à présenter une certaine mollesse, sans toutefois que l'épiderme soit attaqué, qu'on en exprime le jus et qu'on traite celui-ci comme le précédent, il fournit une quantité de gaz beaucoup plus abondante, et sa teneur en acide carbonique est aussi beaucoup plus considérable.

Si l'on remplace l'air par des gaz complétement inertes, tels que l'azote et l'hydrogène par exemple, et qu'on abandonne dans ces atmosphères des fruits parvenus à leur entière maturité, l'expérience étant arrêtée bien avant que la période de décomposition soit atteinte, on voit le volume de gaz s'augmenter d'une manière graduelle, et l'analyse y constate de jour en jour des quantités croissantes d'acide carbonique.

Or, on peut se demander si l'émission de ce dernier gaz tient à la pénétration d'une certaine quantité d'azote qui, s'introduisant dans le

ruit par endosmose, en opérerait le déplacement, ou si celui-ci prendrait naissance au sein même du fruit, en vertu d'actions chimiques, et se dégagerait au fur et à mesure de sa production. Les expériences suivantes ont été faites dans le but de résoudre ces questions.

On a abandonné dans une cloche remplie d'azote, pendant dix jours, une orange du poids de 138 grammes; la température avait varié de + 10° à 18°. Au bout de ce temps, le volume de l'azote n'avait pas éprouvé de variation. D'autre part, on a pris douze oranges partagées en deux lots de poids égal. Les six du premier lot ont été soumises à l'action de la presse, et le jus a été traité comme ci-dessus pour en expulser les gaz.

Les six autres oranges, composant le second lot, ont été abandonnées deux à deux, pendant douze jours, sous des cloches renfermant 700 à 740 centimètres cubes de gaz azote pur. Au bout de ce temps, les oranges, soumises à l'action de la presse, ont fourni un jus qui, par l'ébullition, laisse dégager le gaz qu'il tenait en dissolution.

Voici le résultat de ces expériences :

	1er lot.	2e lot.
Volume du ballon (en centimètres cubes)...	192,0	192,0
Volume de gaz dégagé.....	42,5	60,5
Volume de gaz analysé.....	14,4	16,8
Volume après potasse.....	1,3	0,7
Volume après acide pyrogallique.....	1,3	0,7

L'analyse du gaz dans lequel ont séjourné ces six dernières oranges, et dont le volume s'était beaucoup accru, y démontre l'existence d'environ 4 pour 100 d'acide carbonique; la proportion de ce gaz dans le jus est, en outre, beaucoup plus considérable que celle fournie par les six premières oranges.

Ces expériences démontrent de la manière la plus évidente que les fruits mûrs éprouvent, avant d'atteindre la période de décomposition, des transformations qui tendent à modifier les atmosphères dans lesquelles on les abandonne.

D'où proviennent les gaz qui se dégagent ainsi du suc des fruits par l'application de la chaleur? Dérivent-ils de l'air atmosphérique, dont l'oxygène introduit par endosmose aurait déterminé la production de l'acide carbonique par un phénomène de combustion lente; ou cet acide carbonique ne serait-il pas plutôt le résultat d'une fermentation opérée dans le suc lui-même, à une certaine période de la maturation? On s'expliquerait ainsi très-bien cet excès considérable de l'acide carbonique sur l'azote, et son accroissement constant à mesure que le fruit marche de la période de maturité à celle de décomposition, alors que son enveloppe n'a encore subi aucune lésion.

(M. Cahours, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 495 et 653, et *Bulletin de la Société chimique*, 1864, t. I, p. 254.)

RESPIRATION DES FLEURS.

Tandis que les parties vertes des plantes opèrent, sous l'influence de la lumière, la décomposition de l'acide carbonique dont elles s'assimilent le carbone en rejetant l'oxygène dans l'atmosphère, les parties colorées, au contraire, absorbent de l'oxygène pour engendrer de l'acide carbonique.

Mais si l'expérience a démontré depuis longtemps que toute fleur abandonnée dans l'air atmosphérique développe de l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène qu'il renferme, on ne connaissait pas bien les circonstances dans lesquelles ce phénomène se produit. Toutes les fleurs à poids égal ou à surface égale consomment-elles, dans des circonstances identiques, la même quantité d'oxygène, et produisent-elles la même quantité d'acide carbonique? Les fleurs odorantes se comportent-elles comme celles qui sont dépourvues d'odeur? Quelle est l'influence de la lumière et de la température, et celle du développement de la plante? Enfin, quel est le rôle que remplissent les diverses parties des fleurs, calice, corolle, pistil, étamines?

Ces questions ont été approfondies dans un travail récent dû à M. Cahours. Ce savant est arrivé aux conclusions suivantes:

1° Toute fleur abandonnée dans une atmosphère limitée d'air normal consomme de l'oxygène et produit de l'acide carbonique en proportions variables, que cette fleur soit odorante ou qu'elle soit dépourvue d'odeur.

2° Les circonstances dans lesquelles s'accomplit le phénomène de respiration des fleurs étant identiques, la proportion d'acide carbonique augmente à mesure que la température s'élève.

3° Généralement, pour des fleurs cueillies sur le même arbuste et dont les poids sont sensiblement égaux, la quantité d'acide carbonique produite est un peu plus considérable lorsque l'appareil dans lequel s'exécute l'expérience est soumis à l'influence de la lumière que lorsqu'il est placé dans une profonde obscurité; dans quelques cas, néanmoins, cette proportion est sensiblement la même dans ces deux circonstances.

4° Lorsque l'on remplace l'air normal par de l'oxygène pur, les différences observées deviennent bien plus marquées.

5° La fleur qui commence à se développer dégage un peu plus d'acide carbonique que celle qui a atteint son complet développement, ce qui peut s'expliquer par une action vitale plus puissante.

6° Toute fleur abandonnée dans un gaz inerte dégage de petites quantités d'acide carbonique.

7° Enfin, des divers éléments qui constituent la fleur, ce sont le pistil et les étamines, dans lesquels réside la plus grande puissance de vitalité, qui produisent la plus forte proportion d acide carbonique, en consommant la plus grande quantité d'oxygène.

(M. Cahours, *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 1206.)

ASSIMILATION DES MATIÈRES INORGANIQUES.

Les plantes ne sont pas formées exclusivement d'éléments organiques. Elles contiennent en outre des matières inorganiques qui sont indispensables à leur développement. On sait, en effet, qu'une plante qu'on brûle laisse toujours une certaine quantité de cendres qui sont formées par des matières inorganiques.

La quantité de cendres n'est pas constante non-seulement pour des végétaux différents, mais encore pour des végétaux d'une même espèce, et même pour les diverses parties d'un même végétal. Ainsi les plantes herbacées donnent plus de cendres que les végétaux ligneux. Deux arbres d'espèce semblable, provenant de sols différents, ne donneront pas la même quantité de cendres, et, dans un même arbre, le tronc donne plus de cendres que les branches, qui en fournissent moins que les feuilles. (Kirwan et Pertuis.)

Cette question ayant été traitée au long (tome IV, page 850 et suiv.), nous ne nous y arrêterons pas.

ORGANES DES PLANTES.

Le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène n'existent pas à l'état libre dans les végétaux, mais combinés entre eux de manière à former cette classe de principes immédiats dont nous avons déjà parlé.

Ces différents principes concourent à la formation des plantes, qui se les assimilent, soit directemennt, soit en les décomposant. Plusieurs d'entre eux se trouvent abondamment répandus dans les racines, d'autres le sont dans les feuilles, les branches, les graines, etc., d'où on les extrait pour les besoins des arts ou de la médecine. Aussi est-il important de déterminer par l'analyse la composition des organes des plantes.

Cette détermination a été faite sur un certain nombre de végétaux. Nous ne reproduirons pas ici les nombreux résultats analytiques auxquels sont arrivés les chimistes qui se sont occupés de cette branche de la science; nous n'étudierons avec quelques détails que ce qui a trait à l'alimentation, et qui n'a pas trouvé place dans d'autres parties de ce traité.

RACINES.

La racine est cette partie de la plante qui se dirige en sens contraire de la tige, c'est-à-dire vers l'intérieur de la terre. Sa composition varie dans chaque espèce de végétal, mais elle présente une certaine analogie chez les plantes d'une même famille. Les mêmes rapports se retrouvent également dans les autres organes des végétaux. Nous rappellerons, en effet, que la tige et les branches des arbres de la famille des conifères renferment une résine et une essence identiques ou isomériques avec la résine et l'essence de térébenthine; qu'il existe dans les plantes appartenant à la famille des papavéracées des bases organiques comparables entre elles par leur énergie sur l'économie animale; que les strychnées, les solanées, etc., contiennent chacune des alcalis qui se rapprochent par leurs propriétés vénéneuses, et que plusieurs des plantes de la famille des crucifères peuvent donner une essence sulfurée.

Dans ces derniers temps, M. Rochleder a constaté aussi des analogies nombreuses, au point de vue de la constitution chimique, entre les plantes de la famille des rubiacées.

Nous passerons seulement en revue les racines servant ou pouvant servir à l'alimentation. Ces racines sont: la pomme de terre, le topinambour, la chufa ou souchet alimentaire, l'igname, la batate, l'arrow-

root, la carotte. Quant aux racines utilisées dans l'industrie, la pharmacie, telles que la betterave, la garance, le jalap et autres, nous n'y reviendrons pas.

POMME DE TERRE (*Solanum tuberosum*).

Les tubercules du *Solanum tuberosum* sont ronds ou oblongs, de différentes couleurs au dehors, toujours blancs à l'intérieur, et riches en amidon.

Nous donnons ici les résultats analytiques obtenus par divers chimistes qui se sont occupés de la composition de la pomme de terre :

Fécule	23
Albumine	2
Gomme et sels minéraux	6
Eau	69
	100

(M. Sacc.)

Pomme de terre (patraque jaune).

Fécule amylacée	20,00
Substances azotées	1,60
Matières grasses, huile essentielle	0,11
Substance sucrée	1,09
Cellulose (épiderme et tissu)	1,64
Pectates, citrates, phosphates, silicates de chaux, magnésie, potasse, soude	1,56
Eau	74,00
	100,00

(M. Payen.)

Pommes de terre.

	Rouges.	De Paris.
Amidon	15,00	13,30
Albumine	1,40	0,92
Gomme	4,10	3,30
Fibre végétale	7,00	6,80
Acide et sels	5,10	1,40
Eau	75,00	73,12
	(M. Einhoff.)	(M. Henry.)

	Jaune pâle.	Rouges.
Amidon et substances non azotées	20,2	25,2
Albumine	2,5	3,0
Matière huileuse	0,2	0,3
Ligneux et cellulose	0,4	0,6
Sels	0,8	0,9
Eau	75,9	70,0
	100,0	100,0

(M. Boussingault.)

Les qualités de la pomme de terre varient non-seulement avec l'espèce, mais encore avec la nature du sol dans lequel elle a pris son accroissement, et selon la saison où on l'a récoltée: un tubercule de bonne qualité, coupé en tranches minces, offre une certaine transparence, et se cuit facilement en une heure dans l'eau bouillante; la partie la plus farineuse se trouve immédiatement au-dessous de l'épiderme : aussi faut-il avoir le soin, en épluchant les pommes de terre, de n'enlever absolument que la couche épidermique.

Les pommes de terre s'altèrent spontanément. Si on les abandonne, par exemple, pendant quelques jours à l'action des rayons solaires, elles verdissent, acquièrent une saveur âcre, et deviennent impropres à l'alimentation. L'humidité des caves peut déterminer leur germination ; l'amidon se transforme alors, sous l'influence de la diastase, en dextrine puis en glucose, qui donne aux tubercules un goût sucré, fade et désagréable.

Quand les pommes de terre ont été soumises à l'action d'une température inférieure à 0°, elles s'altèrent rapidement, prennent une saveur amère, et ne donnent plus qu'une petite quantité de fécule au râpage.

Ces diverses modifications résultent uniquement de la contraction et de la dilatation successive des tissus du tubercule. En effet, les pommes de terre dégelées sont âcres et odorantes, par suite de la décomposition du suc qui a été éliminé des tissus au moment de la contraction, et qui se trouve alors en contact avec l'air qui passe à travers l'épiderme. Elles ne donnent plus de fécule au râpage, parce que l'adhérence entre les cellules étant détruite, à cause de la contraction et de la dilatation des liquides intérieurs, la râpe sépare ces cellules sans les rompre.

Si l'on ne peut extraire qu'une faible proportion de fécule des pommes de terre dégelées, on en obtient au contraire une grande quantité lorsqu'elles sont gelées. Cela tient à ce que leurs cellules, liées entre elles par la glace intérieure, présentent une grande résistance à l'action de la râpe, qui les déchire alors facilement.

Les produits âcres provenant de l'altération de la pomme de terre disparaissent peu à peu sous la double influence de la lumière et de l'humidité. Ce tubercule redevient propre à la nourriture des hommes, et peut, en outre, être conservé longtemps sans éprouver de nouvelles décompositions. Aussi les montagnards des Andes conservent leurs pommes de terre et les rendent facilement transportables, en les soumettant alternativement à l'action du froid et de la pluie, puis en les desséchant à une basse température. Ce mode de conservation des pommes de terre a été essayé plusieurs fois en grand dans nos contrées ; il serait avantageux, si l'on était certain que, pendant le traitement, l'albumine des pommes de terre ne subit pas d'altération.

Les Indiens, qui consomment beaucoup de pommes de terre sèches, sous le nom de *chochoca*, les préparent en exposant successivement à la gelée et au soleil ces tubercules cuits et pelés.

Le *chûno blanco* ou *moray* est un aliment que les Indiens se procurent en soumettant successivement pendant quinze jours les pommes de terre à l'action de l'eau et à celle de la lumière. Ces tubercules sont ensuite exprimés pour en faire sortir le suc, exposés pendant quelque temps dans un endroit humide et sombre, puis à l'action directe des rayons du soleil.

La méthode employée par les Indiens pour conserver les pommes de terre s'applique également à diverses autres racines. Ainsi, dans le Pérou, on apprête divers aliments avec des racines de *maca*, d'*oca*, d'*ulluco*, conservées par le même moyen.

Depuis quelques années, les pommes de terre éprouvent dans nos contrées une sorte d'altération morbide que l'on désigne sous le nom de *maladie des pommes de terre*. Les tubercules attaqués présentent des parties brunâtres et dures, qui résistent à la coction. Ils se pourrissent facilement, et déterminent, par le simple contact, la décomposition des tubercules sains avec lesquels on les mélange.

Plusieurs moyens ont été proposés pour atténuer les effets de cette maladie ; mais aucun d'eux, jusqu'à présent, n'a donné de résultat général, car tel procédé qui a réussi dans une localité est resté inefficace dans une autre.

Ainsi on a conseillé d'introduire dans le sol de la chaux et des cendres. Ce mélange avait, disait-on, produit d'excellents effets. M. Boussingault a exécuté quelques expériences, dans le but de vérifier les résultats annoncés, et il a reconnu que la chaux et les cendres n'ont pas contribué à diminuer la quantité de pommes de terre malades. Voici quelques-uns des nombres obtenus par M. Boussingault :

QUANTITÉ DE SEMENCES introduites dans un hectare de terre.	DÉSIGNATION de la terre ET SUBSTANCES qu'on y a ajoutées.	RENDEMENT de LA PIÈCE.	RENDEMENT par HECTARE.
13 hectolitres.	Pièce de terre de 11ares,65, n'ayant reçu ni chaux ni cendres.	1150 kil. de pommes de terre saines; 310 kil. de pommes de terre malades.	9871 kil. de pommes de terre saines; 2660 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 12ares,90, ayant reçu 940 litres de chaux jetés dans les sillons.	1624 kil. de pommes de terre saines; 320 kil. de pommes de terre malades.	12588 kil. de pommes de terre saines; 1702 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 16ares,80, sans adjonction de chaux ni de cendres.	1795 kil. de pommes de terre saines; 220 kil. de pommes de terre malades.	10659 kil. de pommes de terre saines; 1306 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 21ares,51, ayant reçu 12 hectolitres de cendres de bois jetés dans les sillons.	2274 kil. de pommes de terre saines; 361 kil. de pommes de terre malades.	11501 kil. de pommes de terre saines; 1678 kil. de pommes de terre malades.

En comparant ces nombres entre eux, on voit que la proportion des tubercules malades est restée la même dans le sol additionné de chaux ou de cendres, et dans celui qui n'avait rien reçu.

On a recommandé aussi de plonger avant la plantation les pommes de terre dans un mélange formé de :

Eau	125 litres.
Chaux	25 kilogrammes.
Chlorure de sodium	3 kilogrammes.
Sulfate de cuivre	125 grammes.

(M. Morren.)

Dans le département d'Indre-et-Loire, les récoltes d'une propriété ont été préservées de la maladie, en opérant la plantation entre deux couches de charbon de bois. (M. de Romand.)

Enfin, en immergeant pendant deux heures les tubercules de semences dans une eau additionnée de 500 grammes d'acide sulfurique, pour 100 kilogrammes, les roulant dans la chaux vive en poudre, et les saupoudrant, au moment de la plantation, avec quelques pincées du même alcali, on a obtenu des récoltes entières sans germe de maladie.

(MM. Masson et Brunet.)

IGNAME (*Dioscorea japonica*).

La racine de cette plante offre l'aspect de tubercules blanchâtres dont le poids égale souvent 3 kilogrammes. Elle peut servir à la nourriture des hommes et des animaux.

Les analyses suivantes prouvent que les qualités alimentaires de l'igname sont comparables à celles de la pomme de terre.

Composition chimique de l'igname.

	Du Muséum.	De l'Algérie.
Amidon et substance mucilagineuse	13,1	16,76
Albumine et matières azotées	2,4	2,54
Substances grasses	0,2	0,30
Cellulose	0,4	1,45
Sels minéraux	1,3	1,90
Eau	82,6	77,05
	100,0	100,00
	(M. Boussingault.)	(M. Payen.)

Composition de la pomme de terre.

Fécule amylacée	20,00
Substance azotée	1,60
Matières grasses, huile essentielle	0,11
Substance sucrée	1,09
Cellulose (épiderme et tissus)	1,64
Pectates, citrates, phosphates, silicates de chaux, de magnésie, potasse, soude	1,56
Eau	74,00
	100,00
	(M. Payen.)

On prépare l'igname comme la pomme de terre. Le goût en est agréable et exempt de saveur sucrée. On trouve dans l'igname une matière mucilagineuse qui permet de préparer une véritable pâte avec cette racine desséchée et réduite en poudre. (Fremy.)

Nous donnons ici la composition de la racine du *Dioscorea sativa*. Cette composition se rapproche aussi beaucoup de celle de la pomme de terre.

Résine	0,05
Sucre incristallisable	0,26
Mucilage	2,94
Amidon	22,66
Fibre ligneuse	6,51
Eau	67,58
	100,00
	(M. Suersen.)

BATATE (*Convolvulus batatas*).

Les tubercules de la batate, ou patate, sont recouverts d'un épiderme rouge ou jaunâtre. Leur goût est sucré. Ils renferment de 9 à 16 pour 100 d'amidon. On en consomme une grande quantité dans les pays chauds.

D'après des analyses récentes, la *patate rouge* est la plus riche en fécule et en matière sucrée ; voici sa composition :

Fécule amylacée	16,05
Sucre	10,20
Matières azotées	1,50
Matières grasses	0,30
Cellulose	0,45
Autres matières organiques	1,10
Sels minéraux	2,90
Eau	67,50
	100,00

(M. Payen.)

L'espèce de batate qui contient le moins de principes nutritifs est la *batate igname* jaune ; elle contient seulement :

Fécule amylacée	9,42
Sucre	3,50
Albumine et autres matières azotées	1,10
Matières grasses	0,25
Cellulose	0,54
Acide pectique	1,30
Sels et silice	3,25
Eau	79,64
	100,00

(M. Payen.)

M. Sacc y a trouvé :

Fécule	9,42
Gomme	1,30
Sucre	2,49
Albumine	1,10
Matières grasses	0,89
Cellulose	2,54
Sels minéraux	9,26
Eau	73,60
	100,00

ARROW-ROOT (*Maranta arundinacea*).

Cette racine est d'un blanc jaunâtre à l'intérieur. Elle présente la composition suivante :

Huile volatile	0,67
Amidon	26,00
Albumine	1,58
Extrait gommeux	0,60
Fibre végétale	6,00
Chlorure de calcium	0,25
Eau	65,50
	100,00

(M. Benzon.)

On la cultive particulièrement dans l'Inde, à la Jamaïque et aux Antilles, où elle sert à obtenir une fécule estimée, connue sous le nom d'*arrow-root*.

Nous compléterons ici les détails qui ont été donnés sur cette substance (tome IV, page 998).

L'arrow-root est moins blanc que la fécule de pomme de terre, à cause du diamètre plus considérable de ses granules. Il se dissout dans l'eau froide, et fait entendre un craquement particulier lorsqu'on le presse entre les doigts. Ces caractères peuvent servir à constater une partie des nombreuses falsifications dont l'arrow-root est l'objet. Il n'est pas rare, en effet, de trouver dans cette fécule du sulfate de chaux, des farines de cassave, de froment, de gruau et de riz, ou bien de la fécule de pomme de terre.

Le sulfate de chaux se reconnaît par les moyens ordinaires, dans les cendres provenant de la calcination de l'arrow-root.

La farine de cassave forme avec l'eau bouillante une gelée beaucoup plus fluide que celle qui est produite avec l'eau par la farine d'arrow-root; et tandis que cette dernière farine est inodore et insipide, la farine de cassave possède un goût et une saveur âcres.

Le mélange d'arrow-root avec les racines de froment, de gruau ou de riz, est caractérisé par le dégagement d'ammoniaque auquel il donne lieu sous l'influence de la chaleur.

La fécule de pomme de terre se reconnaît au microscope, ou bien en porphyrisant l'arrow-root falsifié dans un petit mortier où l'on verse de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. Il se forme une bouillie assez épaisse pour que l'on puisse soulever le mortier en prenant le pilon, ce qui n'a pas lieu avec l'arrow-root pur.

(M. Scharling.)

TOPINAMBOUR (*Helianthus tuberosus*).

Le tubercule de cette plante est blanc et recouvert d'un épiderme noirâtre. On l'emploie comme aliment; son goût rappelle celui de l'artichaut.

Le topinambour peut obtenir un jour une grande importance au point de vue de l'alimentation; il n'a pas été atteint, jusqu'à présent, par la maladie qui détruit si souvent les récoltes de pommes de terre; il exige peu de culture et réussit dans tous les terrains. C'est un des végétaux qui produit le plus, en consommant le moins d'engrais. Toutes les parties de la plante sont utilisées : les feuilles vertes peuvent être consommées par les bestiaux; sèches, elles donnent un fourrage très-recherché par les moutons, à cause de son goût sucré; les tiges, enfin, sont employées comme combustible dans le chauffage des fours.

On trouve en moyenne, dans les tubercules de topinambour, 20,8 pour 100 de matières sèches, et 79,2 pour 100 d'eau.

(M. Boussingault.)

Braconnot, et après lui MM. Payen, Poinsot et Fery, ont analysé les tubercules de topinambour; voici les résultats que ces chimistes ont obtenus :

Analyse des tubercules de topinambour par Braconnot.

Eau	77,05
Gomme	1,22
Sucre incristallisable	14,80
Inuline	3,00
Albumine	0,99
Matières grasses	0,09
Citrates de potasse et de chaux	1,15
Phosphates de potasse et de chaux	0,20
Sulfate de potasse	0,12
Chlorure de potassium	0,18
Malates et tartrates de potasse et de chaux	0,05
Ligneux	1,22
Silice	0,03
	100,00

Composition des tubercules de topinambour, par MM. Payen, Poinsot et Fery.

Eau	76,04
Glucose et autres matières sucrées	14,70
Albumine et deux autres matières azotées	3,12
Cellulose	1,50
Inuline	1,86
Acide pectique	0,92
Pectine	0,37
Matières grasses et traces d'huile essentielle	0,20
Matière colorante violette sous l'épiderme	traces
Sels. Phosphate de chaux, de magnésie, de potasse, sulfate de potasse, chlorure de potassium, citrate et malate de potasse, malate de chaux, traces de soude	1,29
	100,00

De son côté, M. Boussingault a établi la composition élémentaire des tubercules séchés à 100°.

Carbone	43,02
Hydrogène	5,91
Azote	1,57
Oxygène	43,56
Cendres	5,94
	100,00

Ces cendres contiennent sur 100 parties :

Potasse	44,5
Soude	traces
Chaux	2,3
Magnésie	1,8
Oxydes de fer et de manganèse	3,2
Acide phosphorique	10,8
Acide sulfurique	2,2
Acide carbonique	11,0
Chlore	1,6
Silice	13,0
Perte et charbon	7,6
	100,0

(M. Boussingault.)

Les vaches laitières, les moutons, les porcs et les chevaux peuvent être nourris avec des topinambours légèrement salés et mélangés, soit avec du fourrage, soit avec des pommes de terre ou des betteraves. La ration ordinaire d'un cheval est de 10 litres environ.

(MM. Girardin et Du Breuil.)

M. Payen a pu retirer 5 pour 100 d'alcool absolu des topinambours soumis à la fermentation.

TIGE.

La *tige* est la partie supérieure et ascendante de l'axe végétal, qui porte les feuilles et les fleurs.

Dans les premiers temps de la végétation, les tiges sont verdâtres, molles et aqueuses : on les dit *herbacées ;* mais, tandis que les unes restent en cet état pendant la durée de leur existence, les autres deviennent plus fortes, prennent à l'extérieur une teinte brune, grise ou noire, et reçoivent alors le nom de *tiges ligneuses.*

Nous avons étudié précédemment les caractères anatomiques et chimiques des tiges (voyez tome IV, page 776).

Les principales tiges dont l'industrie tire parti sont la canne à sucre (tome V, page 33), les bois de teinture, le chêne-liége, le quinquina (tome IV, page 575).

FEUILLES.

Les *feuilles* sont des organes latéraux qui naissent sur la tige, et qui se présentent en lamelles de couleur verte.

Le rôle des feuilles pendant la végétation est de faciliter l'ascension du suc dans la plante, par suite de l'évaporation continuelle qui se produit à leur surface, et, en outre, de décomposer, sous l'influence des rayons du soleil, l'acide carbonique de l'atmosphère ; c'est surtout par les feuilles que s'effectue la respiration des plantes. Nous avons fait ressortir l'importance de cette fonction dans une autre partie de ce volume (voyez pages 754 et suivantes).

THÉ (*Thea sinensis*).

L'arbrisseau avec les feuilles duquel on prépare le thé est très-répandu entre l'équateur et le 45e de latitude. On le rencontre dans les pays humides, sur les sols légers et sablonneux.

En Chine, le thé est propagé par semis, et de manière à laisser entre les plants un espace d'un mètre environ. L'arbrisseau fleurit au printemps et porte des graines au mois de décembre. Sa hauteur varie alors entre 1m,50 et 2m,50. On attend en général trois ans avant de commencer à l'effeuiller. La cueillette se fait alors à la main ; les feuilles sont enlevées, en ayant soin toutefois d'en conserver quelques-unes sur chaque branche. Cette manière d'opérer présente l'avantage de ne pas arrêter la végétation, les organes foliacés se reproduisent rapidement, et l'on peut alors faire deux ou trois récoltes par an.

La première récolte a lieu vers le 15 avril ; à cette époque, les bourgeons sont recouverts d'un duvet cotonneux. Elle est très-peu abon-

dante, mais le thé qui en provient est très-estimé : on lui donne le nom de thé *show-chun*.

La seconde récolte, qui s'opère au mois de juin, donne un thé moins délicat, désigné sous le nom de thé *urh-chun*, ou de seconde origine.

Enfin, la troisième récolte se fait en juillet ; les feuilles, dont la couleur s'est foncée, dont l'épaisseur s'est accrue, fournissent le thé *san-chun*, ou de troisième origine, thé grossier et fort peu estimé.

Au Brésil, les feuilles récoltées sont immédiatement introduites dans une chaudière de fer où on les dessèche rapidement à la température de 100°. Il faut les remuer constamment pendant cette dessiccation, afin d'éviter qu'elles ne s'attachent aux parois de la chaudière et ne se grillent, ce qui donnerait au thé un goût désagréable.

L'opération est prolongée jusqu'à ce que les feuilles, qui se ramollissent, aient acquis la souplesse du linge. On les place alors sur une espèce de claie, où on les comprime de manière à en faire sortir un suc âcre et amer. Elles sont ensuite reportées à la chaudière, et on les chauffe de nouveau pendant une demi-heure, en les agitant avec les mains, pour détacher le duvet cotonneux qui les recouvre ; pendant cette opération, les feuilles se crispent, se roulent sur elles-mêmes, et prennent alors l'aspect du thé du commerce.

On sépare, à l'aide d'un crible, celles qui sont le mieux enroulées, puis on les soumet à un nouveau grillage, qui leur donne une teinte d'un gris plombé. Le produit est vendu sous le nom de thé *impérial* ou thé *uchin* de première qualité. Les feuilles restées sur le crible sont mises à leur tour dans la chaudière, et subissent le même traitement que les précédentes ; elles fournissent le thé *hyson* commun. Enfin, les débris de feuilles, les résidus des vannages que l'on fait subir au thé impérial et au thé hyson, forment le *thé de famille*, que l'on consomme sur les lieux mêmes.

Ordinairement, après avoir subi le traitement qui vient d'être décrit, le thé présente une saveur désagréable, mais son goût se modifie peu à peu, et il finit par acquérir la délicatesse qu'on lui connaît. Pour ajouter encore à la saveur aromatique du thé, les Chinois ont l'habitude de le laisser longtemps en contact avec des plantes odoriférantes, qui lui communiquent leur parfum. (M. Guillemin.)

On retire du thé une base cristallisable qui a été nommée *théine* ou *caféine*, parce qu'elle se trouve également dans le café. Ce principe a été étudié tome IV (page 665).

100 parties de thé hyson renferment 2,6 à 3,4 parties de caféine.

(M. Payen.)

Nous donnons ici la composition des feuilles de thé desséchées :

	Thé vert.	Thé noir.
Essence	0,79	0,60
Chlorophylle, matière verte	2,22	1,84
Cire	0,28	»
Résine	2,22	3,64
Gomme	8,56	7,28
Tannin	17,80	12,88
Théine (ou caféine)	0,43	0,46
Matière extractive	22,80	21,36
Substance colorante particulière	23,60	19,12
Albumine	3,00	2,80
Fibres (cellulose)	17,08	23,32
Cendres (matières minérales)	5,56	5,24

(M. Mulder.)

L'essence de thé est aromatique. Son odeur est forte; elle cause le vertige.

L'eau enlève au thé environ de 30 à 40 pour 100 de substances solubles.

Le thé, soumis à l'incinération, laisse environ 5 pour 100 de cendres, comme le montrent les analyses suivantes :

Cendres laissées par le thé de la Chine.		Cendres laissées par le thé du Japon.
Chlorure de potassium, carbonate, sulfate et phosph. de potasse..	2,84	3,40
Carbonates de chaux et de magnésie, sulfate et phosph. de chaux, phosphate de fer...	1,72	1,64
Silice	0,68	0,32
	5,24	5,36

(M. Mulder.)

CHOUX (*Brassica*).

Le choux contient en centièmes :

Eau	92,3
Matières sèches consistant en résine, matière extractive, gomme, albumine, chlorophylle, acide acétique, sulfate et azotate de potasse, chlorure de potassium, malate et phosphate de chaux, phosphates de magnésie, de fer et de manganèse	7,7
	100,0

(M. Girardin.)

100 parties de feuilles de choux laissent à l'incinération 1,595 partie de cendres composées de :

Potasse	0,288
Soude	0,015
Chaux	0,728
Magnésie	0,070
Alumine	0,001
Oxyde de fer et une petite quantité de phosphate de chaux	0,006
Silice	0,075
Acide phosphorique	0,157
Acide sulfurique	0,234
Chlore	0,021
	1,595

Parmi les feuilles qui ont une grande importance au point de vue de la consommation ou de l'industrie, nous citerons le tabac (voy. tome IV, page 620), et l'indigo (tome VI, page 199).

FLEURS.

On donne le nom de *fleur* à cette partie complexe de la plante qui se compose des organes sexuels et des enveloppes florales.

Les fleurs ont été peu étudiées jusqu'ici au point de vue de leur composition chimique. (Voyez tome IV, pages 794 et suivantes, et RESPIRATION DES FLEURS, tome VI, page 792).

GRAINES.

La *graine* est la partie de la plante qui sert à reproduire de nouveaux individus. (Voyez GERMINATION, tome VI, page 748).

Nous n'examinerons que celles qui présentent une grande importance au point de vue de l'alimentation.

GRAMINÉES.

AVOINE (*Avena sativa*).

L'avoine est employée comme aliment pour les bestiaux. Elle renferme un principe aromatique qui se retrouve, à l'état d'acide hippurique, dans l'urine des chevaux. (M. SACC.)

L'analyse immédiate de cette céréale a donné :

Gluten et albumine	11,9
Amidon et dextrine	61,5
Matières grasses	5,5
Ligneux et cellulose	4,1
Substances minérales	3,0
Eau	14,0
	100,0

(M. Boussingault.)

L'avoine sèche renferme, d'après l'analyse élémentaire :

Carbone	50,32
Hydrogène	6,32
Azote	2,24
Oxygène	37,14
Cendres	3,98
	100,00

(M. Boussingault.)

On a pour la composition centésimale de ces cendres :

Potasse	12,18	12,9
Soude	14,69	»
Chaux	7,29	3,7
Magnésie	4,58	7,7
Oxyde de fer	1,41	1,3
Acide phosphorique	1,94	14,9
Acide sulfurique	2,15	1,0
Chlore	1,50	0,5
Silice	54,25	53,3
	99,99	95,3
	(M. Lévy.)	(M. Boussingault.)

L'avoine donne en général 62 pour 100 de farine, 17 de son et 21 d'eau. (M. Sacc.)

FROMENT (*Triticum*).

Le froment est la céréale la plus importante, au point de vue de notre alimentation; aussi sa culture est-elle universellement répandue. Il existe plusieurs variétés importantes de froment, et toutes sont remarquables par la proportion de matières azotées qu'elles renferment. Le blé contient, en effet, quelquefois jusqu'à 21 pour 100 d'un principe azoté, le gluten. Les blés *durs* sont plus riches en gluten que les blés *tendres* ou *blancs;* ceux-ci fournissent une farine plus blanche, mais moins nourrissante.

Le blé donne en général 72,5 de paille et 27,5 de grain, présentant en moyenne la composition suivante :

Gluten	12,8	Matières azotées	14,6
Albumine	1,8		
Amidon	59,7		
Dextrine	7,2		
Matières grasses	1,2		
Cellulose	1,7		
Sels minéraux	1,6		
Eau	14,0		
	100,0	(M. Boussingault.)	

L'analyse immédiate du froment a donné :

Carbone	46,10
Hydrogène	5,80
Azote	2,29
Oxygène	43,40
Cendres	2,41
	100,00

(M. Boussingault.)

La grande quantité de matières azotées qui existe dans le froment fait comprendre que les engrais très-riches en principes azotés doivent augmenter la proportion de gluten contenu dans cette graine; c'est en effet ce qui a été reconnu. (Hermbstæd.)

Les cendres du froment renferment :

	Froment de Giessen.	Froment d'Alsace.
Potasse	33,84	30,12
Chaux	3,06	3,60
Magnésie	13,54	16,26
Oxyde de fer	0,31	»
Acide phosphorique	49,21	48,30
Acide sulfurique	»	1,01
Silice	»	1,31
	99,96	100,00
	(Fresenius et Will.)	(M. Boussingault.)

Ces cendres sont surtout très-riches en phosphates et en silicates alcalins et terreux, il sera donc convenable que le terrain ou les engrais employés contiennent aussi ces mêmes sels.

Pour préserver le grain que l'on doit ensemencer de l'attaque des insectes, et de maladies telles que la carie, il est indispensable de le *chauler*. On se contentait d'abord, pour le chaulage, de tremper les grains

dans un lait de chaux; on a employé ensuite d'autres substances, telles que l'alun, les sulfates de fer ou de zinc, le réalgar, l'acide arsénieux, le sulfate de cuivre : ce dernier sel donne de bons résultats; mais on préfère à l'emploi des substances précédentes, qui sont presque toutes vénéneuses, le procédé connu sous le nom de *sulfatage*.

Pour opérer, d'après cette méthode, sur un hectolitre de grains, on prend 640 grammes de sulfate de soude que l'on fait dissoudre dans 8 à 9 litres d'eau chaude, et 2 kilogrammes de chaux caustique éteinte au moment même. On arrose avec la dissolution saline le blé que l'on place à cet effet dans un baquet, et que l'on remue dans tous les sens; puis on saupoudre avec la chaux, en continuant à remuer pour que tous les grains soient bien recouverts de chaux; ils sont alors étendus sur le sol pour être séchés. Ce procédé, très-efficace, est le plus employé.

Le froment donne, d'une part, la farine employée à la confection du pain; de l'autre, le son que les bestiaux consomment en partie. La mouture fait subir au grain une sorte de décortication; il ne reste plus qu'à le soumettre au blutage pour séparer le son. La quantité de farine que donne le blé varie selon les procédés de mouture; en moyenne, on obtient :

Farine	74
Son	23
Déchet	3
	100

(M. Boussingault.)

La nature du blé fait naturellement varier beaucoup ces quantités; certains blés peuvent donner 85,5 pour 100 de farine.

(M. de Dombasle.)

Nous reviendrons plus loin sur les farines; quant au son, il contient encore assez de matières azotées :

Gluten et albumine	11,9
Amidon et dextrine	61,5
Matières grasses	5,3
Ligneux et cellulose	4,1
Substances minérales	3,0
Eau	14,0
	100,0

(M. Boussingault.)

Il est très-important, dans les analyses de blés, de déterminer la quantité de son et de farine qu'ils peuvent donner, et aussi combien la farine renferme de matières azotées. Les quantités relatives de son et

de farine s'obtiennent avec beaucoup d'exactitude en séparant la farine du son par un tamisage du blé préalablement broyé; en pesant le son resté sur le tamis, on a la farine par différence. Quant au gluten, nous avons vu, en parlant de l'amidon, qu'on pouvait l'évaluer en soumettant la farine à un faible courant d'eau qui entraîne l'amidon et laisse le gluten; mais ce procédé n'offre pas toute la précision désirable. Il vaut mieux doser directement l'azote contenu dans la farine : sachant d'ailleurs que les substances azotées, gluten et albumine, qui entrent dans la farine, renferment 16 pour 100 d'azote, la détermination de ces principes azotés se fera par un calcul très-simple.

(M. Boussingault.)

C'est d'après ces procédés qu'ont été obtenus les résultats indiqués dans le tableau qui suit.

Nous donnons enfin, dans un deuxième tableau, les résultats de l'analyse immédiate de quatorze variétés de blés.

DÉSIGNATION DES BLÉS.	GRAINS.	FARINE.	DANS 100 DE BLÉ.		DANS 100 DE FARINE.		
			Son.	Farine.	Azote.	Gluten et albumine.	Amidon, dextrine et eau.
Froment Barel *Triticum spelta mutica*)	Minces, petits	Grise, rude	21,9	78,1	3,3	20,6	79,4
Petit épeautre (*Triticum monococcum*)	Moyens	Douce	20,8	79,2	3,4	21,2	78,8
Grand épeautre	Très-grands	Très-rude	26,9	73,1	3,1	19,4	80,6
Froment de la Mecque	Cornés, longs	Jaune, rude	32,0	68,0	3,3	20,6	79,3
Blé à barbes et balles violettes	Petits, bruns	Très-rude	13,2	86,8	3,1	19,4	80,6
Froment d'hiver (*Triticum hibernum*)	Moyens	Douce, jaunâtre	38,5	61,5	2,9	18,1	81,9
Blé Mouret	Rougeâtres	Rude	23,5	76,5	3,2	20,0	80,0
Froment de Revel	Jaunes	Très-blanche, douce	14,0	86,0	2,5	15,6	84,4
Blé rouge d'Égypte	Petits, durs	Grosse, jaune	15,0	85,0	2,9	18,1	81,9
Blé gros fusquet, à quatre rangs	Durs	Rude	15,0	85,0	2,8	17,5	82,5
Froment rouge du Roussillon	Rougeâtres	Blanche, douce	16,0	84,0	3,3	20,6	79,4
Froment Marcel large	Gros	Jaune, douce	21,5	78,5	2,5	15,6	84,4
Froment de Dantzig	Tendres	Blanche, douce	24,0	76,0	3,1	19,4	80,6
Froment du Nord	Assez durs	Jaunâtre	20,5	79,5	3,0	18,7	81,2
Froment fin rouge, Foix	Tendres	Blanche, douce	18,5	81,5	3,1	19,4	80,6
Froment de Smyrne	Blancs, durs	Blanche, rude	19,0	81,0	2,7	16,9	83,1
Blé de Naypour (Bengale)	Blancs, durs	Blanche, douce	21,5	78,5	2,5	15,6	84,4
Froment de Taganrog	Petits	Blanche, douce	23,5	76,5	3,3	20,6	79,4
Blé corné d'Afrique	Gris, durs	Jaune, rude	24,5	75,5	2,5	15,6	84,4
Blé du Cap	Gros, jaunes	Blanche, douce	19,0	81,0	2,4	15,0	85,0
Froment de Russie	Rugueux	Jaune, douce	18,0	82,0	3,0	18,7	81,3
Blé carré de Sicile	Petits, rouges	Jaune, rude	19,5	80,5	3,3	20,6	79,4
Froment géant de Sainte-Hélène	Durs, très-gros	Jaune, rude	25,0	75,0	2,8	17,5	82,5
Froment de Subernac (Pyrénées)	Durs	Blanche, douce	20,5	79,5	2,5	15,6	84,4

(M. Boussingault.)

Nota. — Ces diverses espèces de blés ont été cultivées dans un même terrain, très-riche (au Jardin des plantes).

Composition de divers blés.

DÉSIGNATION DES BLÉS.	GLUTEN et albumine.	MATIÈRES grasses.	AMIDON.	DEXTRINE.	CELLULOSE.	SELS.	EAU.	OBSERVATIONS.
Blé blanc de Flandre	10,7	1,0	61,0	9,2	1,8	1,7*	14,6	Dauphiné.
Blé Hardy white	12,5	1,1	59,1	10,5	1,5	1,7*	13,6	Verrières.
Blé touselle blanche de Provence	9,9	1,3	62,7	8,1	1,7*	1,7*	14,6	Blé tendre.
Blé polish Odessa	14,3	1,5	59,6	6,3	1,7*	1,4	15,2	Blé mêlé. Pologne russe.
Blé hérisson	11,7	1,2	63,7	6,8	1,7*	1,7*	13,2	Blé de mars
Blé poulard roux	10,6	1,0	63,3	7,8	1,7*	1,7*	13,9	Loire-Inférieure.
Blé poulard bleu conique	15,6	1,0	59,9	7,2	1,5	1,9	14,4	Verrières.
Blé poulard bleu conique	18,1	1,2	58,0	5,9	1,7*	1,9	13,2	Verrières. Année sèche.
Blé mitadenc du Midi	16,0	1,1	59,8	6,4	1,4	1,7	13,6	Avignon.
Blé de Pologne	21,5	1,5	53,4	7,8	1,7*	1,9	13,2	Très-dur. Verrières.
Blé du Banat	13,4	1,1	62,2	5,4	1,7*	1,7*	14,5	Hongrie.
Blé d'Égypte	20,6	1,1	55,4	6,0	1,7*	1,7*	13,5	Dur, grains petits et rouges.
Blé d'Espagne	10,7	1,8	61,9	7,3	1,7*	1,4	15,2	Mélange de blé dur et tendre.
Blé de Taganrog	13,6	1,9	57,9	7,9	2,3	1,6	14,8	Très-dur.

NOTA. — Les chiffres suivis d'un astérisque n'ont pas été obtenus directement; on a pris, pour les établir, les moyennes des déterminations faites sur les autres variétés de blés.

(M. E. PELIGOT.)

MAÏS (*Zea maïs*).

Le maïs, appelé encore blé de Turquie, ou blé d'Amérique, est originaire du nouveau monde. Il se distingue des autres céréales par sa légère odeur et la coloration jaunâtre de sa farine. Le maïs contient beaucoup plus de matières grasses que les autres céréales, et l'huile qui existe dans le maïs peut déterminer, en rancissant, l'altération de la farine; aussi vaut-il mieux en général ne moudre le grain que par petites quantités à la fois. Voici la composition d'un maïs blanc récolté près de Paris :

Matières azotées	12,00
Amidon	71,00
Matières grasses	8,70
Cellulose	5,80
Dextrine et sucre	0,50
Matière colorante	0,05
Sels	2,00
	100,00

(MM. Dumas, Boussingault et Payen.)

Une autre variété de maïs récolté à Haguenau a donné les résultats suivants :

Albumine	12,8
Amidon	59,0
Huile	7,0
Dextrine et sucre	1,5
Ligneux et cellulose	1,5
Sels	1,1
Eau	17,1
	100,0

(M. Boussingault.)

Cette graine a pour composition élémentaire :

Carbone	54,3
Hydrogène	7,0
Azote	16,3
Oxygène et cendres	22,4
	100,0

(M. Boussingault.)

La quantité de maïs que fournit la semence est très-considérable. Dans la récolte ordinaire, au Mexique, 1 grain en rend 150 (M. de Humboldt), et en Alsace, dans une culture très-espacée, 190 (M. Schwertz).

Le maïs peut donner par la fermentation une liqueur alcoolique, nommée *chicha*.

Les graines de maïs soumises à l'incinération laissent un résidu formé, en centièmes, de :

Potasse et soude	30,8
Chaux	1,3
Magnésie	17,0
Acide phosphorique	50,1
Silice	0,8
	100,00

(M. Letellier.)

ORGE (*Hordeum vulgare*) :

La graine de cette plante contient à l'état naturel :

Albumine et gluten	4,50
Fécule	59,50
Sucre	6,00
Ligneux, gomme, matières grasses et cendres	19,00
Eau	11,00
	100,00

(M. Sacc.)

L'orge est donc une des céréales les moins riches en matières azotées ; c'est ce que confirme l'analyse élémentaire de cette même graine :

Carbone	45,47
Hydrogène	6,48
Azote	2,28
Oxygène	44,44
Cendres	3,33
	100,00

(M. Sacc.)

La graine d'orge germée, ou *malt*, est employée dans la fabrication de la bière ; nous avons vu comment on peut extraire de cette graine germée le principe actif nommé *diastase*, qui transforme l'amidon en sucre. (Voyez tome IV, page 983.)

On retire du grain d'orge :

Farine	70
Son	19
Eau	11
	100

Les cendres d'orge contiennent une assez forte proportion de silice et de phosphates, ainsi que le montre la composition suivante :

Potasse	13,75
Soude	6,75
Chaux	2,21
Magnésie	8,60
Oxyde de fer	1,07
Acide phosphorique	38,80
Acide sulfurique	1,17
Silice	27,65
	100,00

(M. Koechlin.)

RIZ (*Oryza sativa*).

Le riz diffère complétement des graminées précédentes. C'est une plante aquatique, cultivée surtout dans les pays chauds, aux Indes, en Afrique et en Piémont : il se développe dans des *rizières*, vastes prairies qu'on peut inonder à volonté, et qui sont une cause incessante d'insalubrité, par suite de la nécessité de les maintenir à l'état de marais. Le riz est peu nourrissant, aussi les peuples qui en font leur principale nourriture sont-ils obligés d'en manger un volume considérable. L'analyse d'un riz du Piémont montre qu'il existe dans cette graine peu de matières azotées et de substances minérales :

Gluten et albumine	7,5
Amidon et dextrine	76,0
Huile grasse	0,3
Ligneux et cellulose	0,9
Substances minérales	0,5
Eau	14,8
	100,0

(M. Boussingault.)

Le riz donne de 50 à 100 grains pour un de semence ; on ne le sème qu'après lui avoir fait subir un commencement de germination.

SEIGLE (*Secale cereale*).

Dans les pays froids, le seigle remplace quelquefois le froment ; il possède une odeur particulière et renferme un principe qui peut prendre une coloration brune. On ne peut extraire directement du seigle, comme pour les autres céréales, le gluten qu'il renferme : il donne en général 76 pour 100 de farine et 24 de son. Voici une analyse de seigle récolté à Bechelbronn :

Gluten et albumine	9,0
Amidon et dextrine	67,5
Matières grasses	2,0
Ligneux et cellulose	3,0
Substances minérales	1,9
Eau	16,6
	100,0

(M. Boussingault.)

Les substances minérales qui se trouvent dans le seigle sont en grande partie des sels déliquescents; c'est là ce qui donne au pain de seigle la propriété de se conserver assez longtemps frais.

Cette plante n'est pas cultivée seulement pour la graine qu'elle fournit, car celle-ci est peu nourrissante, aussi la farine de seigle est-elle le plus souvent mélangée avec un peu de farine de froment; mais le seigle donne une grande quantité de paille préférable à celle que fournissent les autres céréales.

Voici l'analyse comparative de la paille et du grain :

	Grain.	Paille.
Carbone	46,35	49,88
Hydrogène	5,38	5,58
Azote	1,69	0,30
Oxygène	44,21	40,56
Cendres	2,37	3,68
	100,00	100,00

(M. Boussingault.)

En considérant de même les cendres laissées par les graines et par la paille, on reconnaît que les alcalis et l'acide phosphorique dominent dans les graines, tandis que la silice se fixe presque entièrement dans la paille :

PRINCIPES MINÉRAUX CONTENUS DANS LES CENDRES.	GRAIN.	PAILLE.
Potasse	32,76	17,03
Soude	4,45	»
Chaux	2,92	8,98
Magnésie	10,13	2,39
Oxyde de fer	0,80	4,35
Acide phosphorique	47,29	3,80
Acide sulfurique	1,46	0,81
Chlorure de potassium	»	0,25
Chlorure de sodium	»	0,56
Silice	0,01	63,89
	99,84	102,06

Le seigle est très-sujet à une maladie, connue sous le nom d'*ergot*. Dans cette maladie, il survient à la surface du grain une sorte de champignon qu'on a nommé *Sclerotium clavus* (de Candolle). Cette excroissance prend bientôt la place du grain. Le seigle ergoté ne contient plus ni gluten, ni amidon, ni dextrine; on y trouve de l'huile, quelquefois un peu d'ammoniaque libre, et enfin une substance particulière, l'*ergotine*.

Voici l'analyse de l'ergot du seigle :

Huile grasse non saponifiable	35,00
Matière grasse cristallisable	1,05
Cérine	0,76
Ergotine	1,25
Osmazôme	7,76
Sucre cristallisable	1,55
Gomme et principe colorant rouge	2,33
Albumine	1,46
Fungine	46,19
Phosphate acide de potasse	4,42
Phosphate de chaux	0,29
Silice	0,14
	102,20

(M. Wiggers.)

La composition des cendres du seigle ergoté diffère peu de celle des cendres du seigle ordinaire, comme le prouve l'analyse suivante :

Potasse	45,38
Soude	16,79
Chaux	1,68
Magnésie	5,34
Oxyde de fer	2,34
Acide phosphorique	15,44
Acide sulfurique	0,02
Chlore	2,36
Silice	10,65
	100,00

(M. Engelmann.)

Le seigle ergoté doit être séparé avec beaucoup de soin de celui qui n'est pas attaqué; car l'emploi du seigle ergoté comme aliment détermine une maladie très-grave, l'*ergotisme*. On emploie le seigle ergoté en médecine comme hémostatique puissant; cette propriété, ainsi que son action sur l'économie animale, est due à la présence de l'ergotine.

Voici la composition élémentaire et la préparation de l'ergotine. Elle renferme :

Carbone	76,327
Hydrogène	5,641
Oxygène	18,032
	100,000

(Liebig et Pelouze.)

Pour obtenir l'ergotine, on enlève au moyen de l'éther les matières grasses et cireuses contenues dans le seigle ergoté, qu'on a réduit en poudre. Le résidu est repris par l'alcool bouillant, et quand la liqueur est assez concentrée par l'évaporation, on précipite l'ergotine en ajoutant de l'eau froide. (M. Wiggers.)

L'ergotine est pulvérulente, d'un rouge brun, d'une saveur âcre e amère, infusible; insoluble dans l'eau, dans l'éther et dans les acides étendus; soluble dans l'alcool, l'acide acétique concentré et la potasse caustique.

L'acide azotique bouillant décompose l'ergotine en prenant une teinte jaune. L'acide sulfurique la dissout en se colorant en rouge brun.

L'action de l'ergotine sur l'économie est lente, mais mortelle.

M. Mitscherlich a retiré du seigle ergoté un sucre particulier auquel il a donné le nom de *mycose*, et que MM. Liebig et Pelouze avaient précédemment envisagé comme de la mannite.

Pour préparer la mycose, on épuise par l'eau le seigle ergoté finement pulvérisé, on précipite la liqueur filtrée par le sous-acétate de plomb, et la solution, débarrassée de l'excès de plomb, est évaporée jusqu'à consistance sirupeuse. Ce sirop, abandonné à lui-même, laisse déposer des cristaux qu'on lave à l'alcool, qui ne les dissout pas; par des cristallisations répétées dans l'eau, on obtient la mycose incolore et transparente. 2 kilogrammes de seigle ergoté donnent environ 2 grammes de ce sucre.

La mycose est sucrée et très-soluble dans l'eau, l'alcool bouillant n'en dissout qu'un centième; elle est insoluble dans l'éther. Ses cristaux dérivent d'un octaèdre rhomboïdal. Elle possède un pouvoir rotatoire très-considérable vers la droite.

A 100°, la mycose fond en un liquide transparent qui se prend par le refroidissement en une masse vitreuse. Chauffée à 130°, elle perd 9,62 pour 100 d'eau. Sa composition correspond à la formule

$$C^{12}H^{13}O^{13}.$$

La solution de mycose n'est précipitable ni par l'eau de chaux, ni par

l'eau de baryte ; chauffée avec de la soude, elle ne se colore pas. Chauffée avec de la soude et du sulfate de cuivre, la solution bleue obtenue ne se réduit partiellement qu'après une ébullition de quelques heures.

L'acide nitrique monohydraté la dissout et paraît la transformer en un corps nitré ; bouillie avec de l'acide nitrique ordinaire, elle donne de l'acide oxalique. L'acide sulfurique la dissout sans l'altérer ; cette solution noircit à 100°.

La mycose est fermentescible.

(MITSCHERLICH, *Ann. de chim. et phys.*, 3e série, t. LIII, p. 233.)

Nous terminerons l'étude des céréales en donnant un tableau comparatif de la composition immédiate de toutes les graines que nous avons successivement examinées. Les analyses résumées dans ce tableau ont été faites sur des graines complètement sèches.

GRAINS.	MATIÈRES AZOTÉES.	AMIDON.	DEXTRINE.	MATIÈRES GRASSES.	CELLULOSE.	MATIÈRES MINÉRALES.
Avoine.....	14,39	60,59	9,25	5,50	7,06	3,25
Blé dur (de Taganrog).	20,00	63,80	8,00	2,25	3,10	2,85
Maïs	12,50	67,55	4,00	8,80	5,90	1,25
Orge.....	12,96	66,43	10,00	2,76	4,75	3,10
Riz..	7,05	89,15	1,00	0,80	1,10	0,90
Seigle.....	12,50	67,65	11,90	2,25	3,10	2,60

(M. PAYEN.)

Nous compléterons ce que nous avons dit précédemment sur les farines, en examinant succinctement la composition de celles que fournissent les diverses céréales, et en donnant enfin les moyens de reconnaître les principales falsifications de ces farines.

Farine de froment. — D'après les procédés habituels de mouture, une même variété de blé fournit des farines de diverses qualités, selon que par le blutage on a séparé d'une manière plus ou moins complète le son qui se trouve mêlé à la farine au sortir de la meule. On obtient ainsi des farines de *première*, de *deuxième*, de *troisième marque* : la farine dite de *première* est la plus blanche ; les autres le sont un peu moins. Nous avons donné précédemment, en traitant de la fabrication du pain et dans l'étude du blé, des analyses de farines ; voici la composition moyenne de la farine blanche :

Substances azotées	14,45
Amidon et dextrine	68,43
Matières grasses	1,25
Cellulose	0,05
Matières minérales	1,00
Eau	14,22
	100,00

(M. Payen.)

La qualité des farines dépend de diverses causes. Les procédés employés pour moudre le grain peuvent, si le mouvement des meules a été trop rapide, altérer la farine en l'échauffant : cet échauffement occasionne souvent une décomposition du gluten, et rend la farine tout à fait impropre à la panification.

Les farines contiennent en général 15 à 17 pour 100 d'eau ; un excès d'humidité occasionne parfois dans les farines une fermentation qui leur communique une saveur âcre et repoussante : c'est là une des causes de l'altération des farines conservées. On peut la prévenir en enlevant d'abord aux farines, par une dessiccation à l'étuve, une partie de leur eau hygrométrique, de façon à en réduire la proportion à 5 ou 6 centièmes ; les farines sont ensuite placées dans des barils bien fermés pour éviter une nouvelle absorption d'eau : on empêche ainsi toute altération ultérieure. (M. Payen.)

Ces altérations produites par l'humidité se reconnaissent à l'acidité et à l'odeur désagréable que prend la farine ; il s'y développe quelquefois des insectes ou des germes de champignons dangereux, qui plus tard se forment sur le pain.

L'influence de ces altérations est principalement sensible quand on examine la nature du gluten, qui est d'autant plus liant et plus élastique que la farine est plus pure. Cela permet, comme nous le verrons plus loin, de juger assez bien de la qualité d'une farine d'après l'aspect et les propriétés du gluten qu'on en extrait.

Farine de maïs. — Elle est fort peu employée pour la panification, mais elle constitue, sous forme de potages, un aliment léger et agréable. Elle renferme :

Substances azotées	5,0
Amidon	28,4
Matières grasses	33,6
Dextrine	2,0
Cellulose	20,0
Matière colorante	0,2
Sels divers	7,2

(M. Payen.)

Farine d'orge. — L'orge fournit une farine grossière qui sert, dans les contrées pauvres, pour fabriquer du pain, après avoir été mélangée à un quart de farine de froment. Elle contient :

Gluten et albumine	4,5
Amidon	60,0
Sucre	5,0
Enveloppe	19,3
Eau	11.2
	100,0

(Einhof.)

La farine d'orge est employée en décoction aqueuse comme émollient.

Farine de seigle. — Cette farine, mélangée avec de la farine de froment, sert à préparer un pain assez agréable, durcissant très-lentement, et connu sous le nom de *pain bis* ou *pain de méteil*. Elle est aussi employée dans la fabrication du pain d'épices. Voici la composition de la farine de seigle :

Gluten et albumine	12,75
Amidon	61,09
Glucose	3,27
Mucilage	11,09
Fibre végétale	6,38
Matière grasse, sels et perte	5,42
	100,00

(Einhof.)

Nous n'avons pas parlé des farines de riz et d'avoine, qui ne sont employées que rarement, et en général après avoir été mélangées avec les farines d'autres céréales.

Essais des farines.

En traitant de la fabrication du pain, nous avons déjà indiqué les principales falsifications des farines, et examiné les procédés de M. Donny propres à les faire connaître.

Les farines des légumineuses sont celles que l'on mélange le plus souvent par fraude à la farine de blé. La fécule de pomme de terre est beaucoup moins employée aujourd'hui, à cause de l'élévation de prix qu'a produite la maladie qui affecte souvent les tubercules.

La légumine qui se trouve dans ces farines possède la propriété de faire mousser considérablement les liquides avec lesquels on l'agite; on

a même fondé un mode de dosage sur le volume de l'écume que l'on peut ainsi obtenir. (M. Cavalié.)

On constate la présence de la farine de féveroles en triturant dans un mortier de grès parties égales de la farine suspecte et de grès pulvérisé; on ajoute peu à peu de l'eau et l'on filtre. La liqueur reste toujours trouble s'il y a eu mélange de féveroles; en outre l'addition d'eau iodée, qui donne une coloration rose avec la farine pure, et une coloration ardoisée s'il n'y a que des féveroles, produit dans le mélange une couleur de chair qui disparaît d'autant plus promptement qu'il y a plus de féveroles. (M. Robine.)

Un autre procédé très-sensible repose sur cette propriété des farines de féveroles ou de vesce, de se colorer en *pourpre* lorsqu'on les expose successivement aux vapeurs d'acide azotique, puis d'ammoniaque; les autres farines prennent dans ces circonstances une teinte *jaunâtre*. Ce procédé peut indiquer la présence de 4 pour 100 de farine de féveroles. (M. Donny.)

La présence dans l'enveloppe de ces légumineuses d'une petite quantité de tannin, qu'on ne retrouve pas dans les farines des céréales, peut aussi servir d'indice. En effet, la farine pure donne avec les sels de fer une coloration *jaune-paille* assez faible, tandis que si elle est mélangée avec de la farine de haricots ou de féveroles, elle prend une teinte *jaune-orangé* ou *vert-bouteille*. (M. Lassaigne.)

L'examen des cendres peut faire reconnaître la présence des féveroles; les cendres sont en général en plus grande quantité, et surtout très-alcalines et déliquescentes. Enfin, c'est l'analyse de ces cendres qui permettra de constater la présence des substances minérales telles que le sulfate de chaux, l'alun, les carbonates alcalins et la chaux, que l'on introduit quelquefois dans les farines.

Nous compléterons cet examen des principaux modes d'essai des farines, en donnant avec quelques détails les procédés indiqués par M. Rivot, professeur à l'École des mines, dans un travail qu'il a publié sur l'*examen des farines et des pains*.

(*Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. XLVII, p. 50.)

L'examen d'une farine ne peut être satisfaisant que si l'on peut étudier en même temps les qualités du pain qu'elle peut fournir; aussi, bien que l'étude des farines fasse l'objet spécial de ce chapitre, nous donnerons en outre une analyse de la seconde partie du travail de M. Rivot sur l'examen des pains.

Examen des farines. — L'examen d'une farine comprend : la détermination de l'eau hygrométrique; la préparation, l'étude et le dosage du gluten; l'observation au microscope de l'amidon et de la farine elle-même; enfin, le dosage de l'azote et des matières minérales.

Eau hygrométrique. — Cette détermination exige assez de soin, afin d'arriver à une dessiccation complète, sans faire roussir la farine, ce qui

indiquerait un commencement de décomposition de cette substance. Il est convenable d'opérer au plus sur 50 grammes de farine, que l'on met pendant vingt-quatre heures dans une étuve maintenue à une température de 115° à 120°. La farine doit peu se colorer pendant cette dessiccation.

La quantité d'eau ainsi déterminée est en moyenne 15 à 17 pour 100; une proportion plus ou moins grande est quelquefois un *indice* de l'impureté de la farine.

Gluten. — Le gluten s'obtient en plaçant 100 grammes environ de farine dans un nouet de linge, et en le malaxant sous un filet d'eau qui entraîne l'amidon; quand le gluten a pris une consistance suffisante, on achève dans les mains nues. Il est bon, en opérant toujours dans les mêmes conditions, de noter le temps employé à l'opération. Une demi-heure suffit quand on opère sur de belle farine, tandis qu'il faut quelquefois plus d'une heure avec des farines avariées. En outre, le gluten que fournit une bonne farine se rassemble assez promptement, ne tend pas à passer à travers le nouet, et devient de plus en plus élastique et consistant; les farines altérées donnent un gluten qui se rassemble très-lentement, passe en partie à travers le linge, se rassemble en grumeaux, et est dépourvu de consistance et d'élasticité.

Après avoir fait passer sur un tamis très-fin toutes les matières qui sont sorties du nouet ou des mains, afin de retenir le son et les petites portions de gluten qui peuvent être entraînées, il faut doser le gluten obtenu. Pour cela, on le dessèche à 115° environ, et les caractères qu'il présente pendant la dessiccation sont très-utiles à connaître. Le gluten des bonnes farines commence par se boursoufler beaucoup; il devient dur, cassant et prend une texture feuilletée; si, au contraire, il se boursoufle peu, se colore beaucoup et est peu feuilleté, c'est que la farine soumise à l'essai est altérée.

Le poids du gluten fournit une indication moins certaine qu'un examen physique fait par un observateur habitué, car on trouve quelquefois autant de gluten dans une farine altérée que dans une autre de bonne qualité.

Amidon. — Les différences d'aspect de l'amidon recueilli dans la préparation du gluten, et qui ne sont sensibles que pour un œil exercé, conduisent, avec les caractères du gluten, à une appréciation assez exacte de la qualité de la farine proposée.

Quelquefois on filtre l'eau dans laquelle s'est déposé l'amidon, et l'on recherche dans la liqueur filtrée la présence de la *légumine*, en ajoutant de l'acide acétique, qui donne dans ce cas un précipité blanc; mais ce caractère n'est pas très-net, surtout si l'on opère sur des farines altérées.

Quand on soupçonne que la farine contient des mélanges, il faut agiter et transvaser plusieurs fois le liquide qui contient l'amidon en suspension; les grains d'amidon se déposent alors par ordre de grosseur et de

densité, et l'on retrouve, en général, dans la partie la plus lourde, les substances étrangères, telles que la fécule de pomme de terre et la farine de haricots; dans la partie moyenne sont surtout les grains de maïs; les grains les plus petits du froment, du seigle et de l'avoine restent dans le dépôt qui se forme lentement dans la première liqueur.

En laissant une certaine quantité de cet amidon sous une mince couche d'eau, la fermentation se produit bientôt; et la rapidité avec laquelle elle se manifeste est utile à noter; car elle est d'autant plus grande que la farine est plus altérée.

On termine l'examen de l'amidon en observant les grains avec un microscope muni d'un appareil de polarisation: cette étude attentive permet d'observer les formes des grains d'amidon, variables suivant leur origine: les figures toutes différentes que l'on obtient en éclairant au moyen de la lumière polarisée ces grains d'amidon observés au microscope sont tout à fait caractéristiques.

Azote et substances minérales. — Cette dernière opération est moins importante, car la qualité du pain dépend surtout de la quantité de bonne farine de froment qui y entre, et le dosage du gluten l'a suffisamment indiquée. Quant aux substances minérales, comme l'incinération des farines est difficile, longue et peu exacte, on ne devra la faire que si l'on soupçonnait l'introduction frauduleuse, très-rare du reste, vu la facilité de s'en assurer, de sels minéraux blancs dans la farine.

Nous terminerons l'examen des farines par un tableau indiquant les résultats obtenus dans le dosage de l'eau et du gluten de diverses farines:

FARINES.	EAU HYGROMÉTRIQUE.	GLUTEN SEC.
	Pour 100 de farine.	Pour 100 de farine.
Farine de Bordeaux (23,9 pour 100 de son)	16,70	9,39
Farine première qualité (Paris)	17,00	10,60
Idem	17,00	9,00
Idem	16,00	10,65
Farine de marrons d'Inde	12,00	»
Farines provenant d'Amérique et importées en France. Elles contiennent du seigle et du maïs; elles ont donné un pain de très-mauvaise qualité : il a fallu les mélanger avec une grande quantité de farine de froment pour les employer à la panification	14,00	10,12
	13,00	10,06
	13,00	11,00
	14,00	9,80
	14,00	9,00

Examen des pains. — *Caractères extérieurs.* — Ils sont ici nombreux et d'une grande importance: une portion du pain coupé en deux parties égales est destinée à constater ces caractères; l'autre portion est pesée tout de suite et sert à déterminer l'eau hygrométrique.

L'aspect, la consistance de la mie et de la croûte, l'odeur, la saveur, sont très-propres à diriger le jugement de l'expérimentateur. Le goût et l'odorat permettent de s'assurer de la présence du seigle, du sarrasin, des fécules, même en petite quantité ; les farines fermentées ou altérées sont accusées par le goût et l'odeur désagréables et caractéristiques qu'elles communiquent au pain; la farine de maïs communique à la mie une couleur jaunâtre et la rend un peu gluante.

On observe en outre le durcissement spontané du pain : les pains faits avec de bonne farine durcissent lentement, tandis que les mélanges rendent le durcissement un peu plus rapide, sans que le pain prenne un goût désagréable. Si l'on a employé des farines avariées, le durcissement est très-rapide, le pain se moisit et devient très-mauvais.

Eau hygrométrique. — Il faut opérer sur la moitié du pain, pour arriver à une certaine exactitude. La croûte et la mie sont pesées séparément, divisées en petits fragments et placées dans des capsules ; on les dessèche alors à l'étuve chauffée de 110° à 115°. Après une dessiccation convenable, la mie doit être légèrement jaunâtre, ne pas changer de poids ; il faut éviter avec soin qu'elle ne s'attache au fond de la capsule. La pesée de la mie et de la croûte desséchées doit être faite très-rapidement, car ces substances sont très-hygrométriques. Avec les pains de mauvaise qualité, il ne faut pas élever la température de l'étuve au-dessus de 110°; car la mie perd alors une certaine quantité d'eau de combinaison. Voici la moyenne et les limites extrêmes des quantités d'eau trouvées dans de nombreux échantillons de pain :

	Moyenne.	Limites.
Dans la mie.....	42 à 43	40 et 48 pour 1000.
Dans la croûte.....	17 à 18	17 et 27
Dans le pain entier	33 à 34	30 et 41

Incinération. — Il reste à déterminer le poids des cendres fournies par la croûte et par la mie qui ont été desséchées. L'incinération exige un certain soin, à cause de la grande quantité de matières sur laquelle il faut opérer, et de la difficulté d'éviter, soit la perte de sels volatils, soit la fusion et l'agglomération des sels alcalins, ce qui rend l'incinération incomplète. Mais les résultats de cette opération permettent d'arriver à connaître la quantité de farine sèche employée pour produire le pain, ce qui est important ; il faut observer néanmoins que cette détermination n'offre d'exactitude que dans le cas où l'on opère sur des pains fabriqués avec des farines pures. Voici comment il est possible d'arriver à cette évaluation de la quantité de farine sèche qui entre dans 100 parties du pain soumis à l'examen.

Il est permis de supposer que la pâte qui a servi à faire le pain était bien homogène, et que, la cuisson n'altérant pas cette homogénéité, les matières minérales sont également réparties dans la mie et dans la croûte : dès lors l'incinération isolant les principes minéraux, le rapport

des nombres qui représentent les proportions de cendres de la croûte et de la mie exprimera la proportion de mie qu'aurait pu donner la portion de la pâte qui s'est transformée en croûte; si l'on multiplie ce rapport par la quantité de croûte contenue dans 100 parties de pain, et qu'on ajoute le produit à la quantité de mie que contiennent ces 100 parties, la somme représentera ce qu'on pourrait nommer l'*évaluation en mie* de 100 parties de pain.

On peut admettre maintenant, comme de nombreuses expériences tendent à le prouver, que la partie de la farine qui produit la mie n'éprouve pas d'altération notable, et par suite que la mie desséchée représente la farine sèche qui l'a produite. En multipliant l'*évaluation du pain en mie* par la proportion de matière sèche que contient la mie, on aura la quantité de farine sèche qui a fourni 100 parties de pain. On arrivera ensuite très-facilement à reconnaître le rendement en pain de la farine à l'état normal, en déterminant l'eau hygrométrique de cette farine.

Analyse des cendres. — De même que dans l'examen des farines, l'analyse des cendres offre peu d'importance; il est seulement utile quelquefois de doser le chlore qu'elles contiennent pour en déduire la quantité de sel que le boulanger a fait entrer dans le pain. Quant à l'observation au microscope, pour reconnaître les mélanges, elle offre ici peu de certitude à cause de la déformation des grains pendant la cuisson.

COCOTIER (*Cocos nucifera*).

La *noix de coco* renferme une liqueur blanchâtre qui présente la composition suivante :

Mannite	3,825
Albumine	0,750
Gomme	0,250
Eau	95,000
	99,825

(Bizio.)

C'est dans la partie solide, ou l'amande, que l'on mange ordinairement, que se trouve en grande quantité la matière grasse si complexe nommée *beurre* ou *huile de coco*, dont nous avons parlé précédemment (voyez tome V, p. 923). Voici la composition de l'amande :

Huile de coco	71,688
Albumine	7,685
Gomme	5,588
Mannite	1,595
Matière colorante jaune	0,225
Fibre végétale	14,950
	101,731

(Bizio.)

MUSCADIER (*Myristica aromatica*).

La *noix muscade* renferme le *beurre* ou *huile de muscade*, dont les principaux caractères ont été indiqués tome V, page 924. Nous donnerons seulement ici la composition de la noix muscade :

Huile de muscade	31,6
Essence	6,0
Amidon	2,4
Gomme	1,2
Acide libre	0,8
Fibre ligneuse	54,0
Perte	4,0
	100,0

(Bonastre.)

HOUBLON (*Humulus lupulus*).

Les fruits du houblon sont formés par de petits cônes membraneux, à la partie inférieure desquels se trouve une poussière jaune, amère, la *lupuline*, déjà examinée en traitant de la fabrication de la bière (tome V, page 468). Le houblon fournit en moyenne 14 à 15 pour 100 de cette substance. En distillant le houblon avec de l'eau, on obtient, comme nous l'avons dit, l'*essence de houblon*. Les cônes du houblon, après dessiccation, contiennent 9,80 pour 100 d'azote (M. Payen). L'analyse immédiate de ces cônes a donné :

Eau	73,80
Substances solubles dans l'eau	1,46
Substances solubles dans une lessive alcaline	14,43
Cire, résine et matière odorante	0,72
Fibre végétale	9,59
	100,00

(M. Sprengel.)

Le résidu de l'incinération de ces cônes est composé de :

Potasse	19,4
Soude	0,7
Chaux	14,1
Magnésie	5,3
Oxydes de fer et de manganèse	3,9
Acide carbonique	11,0
Acide phosphorique	14,6
Acide sulfurique	8,3
Chlore	2,3
Silice	17,9
Charbon et perte	2,5
	100,0

(M. Nesbit.)

Le houblon est quelquefois remplacé frauduleusement dans la fabrication de la bière par des substances végétales amères, d'un prix moins élevé, telles que les feuilles et l'écorce de buis, la gentiane, les têtes de pavot, etc.; mais l'analyse chimique ne peut déceler ces fraudes, que le goût exercé fait seul reconnaître.

COLZA (*Brassica campestris oleifera*).

Le colza est une plante industrielle très-importante; l'huile qu'on en retire a en effet de nombreuses applications. Le rendement de cette plante est assez considérable; voici en effet ce qu'a donné un colza de bonne qualité :

Huile	40,81
Tourteau	50,12
Déchet	9,07
	100,00

(M. Boussingault.)

La composition immédiate des graines de colza varie un peu, comme on peut le voir par ces analyses de colza de provenances diverses :

	Graine d'Alsace.	Graine de Saumur.	Graine de Belle-Isle.
Huile	50,0	30,12	38,50
Matières organiques non azotées	12,4		
Matières organiques azotées	17,4	61,36	55,44
Ligneux	5,3		
Cendres ou sels minéraux	3,9	4,17	3,50
Eau	11,0	4,35	2,56
	100,0	100,00	100,00

(MM. Boussingault et Moride.)

On ne retire en moyenne de cette plante, dans l'industrie, que 32 pour 100 d'huile; il reste encore dans le tourteau :

Huile	14,1
Matières organiques	66,2
Sels minéraux	6,5
Eau	13,2
	100,0

(MM. Soubeiran et Girardin.)

Ces matières organiques retiennent encore 5,55 pour 100 d'azote, et il y a 6,5 de phosphate dans les sels minéraux; aussi les tourteaux peuvent-ils servir d'aliment aux bestiaux en les mélangeant avec de la paille et du son; on les emploie surtout comme engrais. La paille de colza est

bien supérieure comme fourrage et comme engrais à celle des céréales, car elle renferme elle-même 0,75 pour 100 d'azote à l'état normal, et, après dessiccation, 0,86 d'azote et 0,30 d'acide phosphorique (MM. Boussingault et Payen). Nous donnerons comparativement la composition des cendres des graines et de la paille de colza :

	Graines.	Paille.
Potasse	25,18	8,13
Soude	»	19,82
Chaux	12,91	20,05
Magnésie	11,39	2,56
Oxyde de fer	0,62	
Acide phosphorique	45,95	4,76
Acide sulfurique	0,53	7,60
Acide carbonique	2,20	16,81
Chlore	0,11	19,93
Silice	1,11	0,84
	100,00	100,00

(M. Rammelsberg.)

LIN (*Linum usitatissimum*).

La graine a dans cette plante une importance relative bien moindre que la tige; cependant, en Livonie, on cultive le lin seulement pour la graine : on retire de cette graine l'*huile de lin* (voy. tome V, p. 917), et par la mouture de ces mêmes graines la *farine de lin* employée comme émollient. Les graines fournissent de 12 à 22 pour 100 d'huile ; mais elles en renferment en moyenne 33 à 34 pour 100, comme le montrent ces analyses :

		Graines d'été.	Graines d'hiver.
Huile	39,0	33,96	35,60
Matières organiques non azotées	19,0	59,48	53,04
Matières organiques azotées	20,5		
Ligneux	3,2		
Phosphates et autres sels	6,0	3,96	3,56
Eau	12,3	2,60	2,70
	100,0	100,00	100,00
	(M. Boussingault.)		(M. Moride.)

Le tourteau de lin est plus riche en azote que celui de colza ; il en renferme environ 6 pour 100; il est très-recherché par les bestiaux et sert comme engrais puissant ; il contient :

Huile	12,0
Matières organiques	70,0
Substances minérales	7,0
Eau	11,0
	100,0

(MM. Girardin et Soubeiran.)

Les cendres de la graine de lin sont composées de :

Potasse	25,9
Soude	1,3
Chaux	26,0
Magnésie	0,2
Oxyde de fer	3,7
Acide phosphorique	40,1
Acide sulfurique	1,0
Chlore	0,9
Silice	0,9
	100,0

(M. Leuchtenweiss.)

La farine de graine de lin est douce et grasse au toucher ; elle ne donne pas de coloration avec une dissolution iodée. On l'a employée quelquefois pour falsifier la farine de seigle ; mais en examinant au microscope le mélange suspect, additionné de quelques gouttes d'une dissolution de potasse, on aperçoit de très-petits fragments carrés, colorés en rouge, provenant de l'enveloppe de la graine de lin, ce qui permet de reconnaître la fraude. (M. Donny.)

La farine de lin est elle-même falsifiée tantôt avec du tourteau de lin, tantôt avec des substances tout à fait étrangères. Le meilleur moyen de reconnaître cette fraude est d'épuiser la masse par l'éther, et d'extraire ensuite par évaporation l'huile qui a été dissoute: le rendement de la farine en huile permet de juger de sa pureté, en sachant que la farine de lin donne en moyenne de 33 à 35 pour 100 d'huile.

CACAOYER (*Theobroma cacao*).

Le cacaoyer se rencontre dans les forêts du Mexique, principalement dans les districts de Caracas et de Venezuela ; on le cultive aussi aux Antilles et à Bourbon. Son fruit présente des côtes mamelonnées, et contient dans une seule loge centrale les graines groupées au centre, présentant une enveloppe crustacée qui renferme l'amande.

Les amandes de cet arbre contiennent une assez grande quantité de matières azotées et de matières grasses, qui donnent au *cacao* ses propriétés nutritives. On retire des amandes fraîches 45 à 50 pour 100 de cacao sec, qui, après une légère torréfaction, est employé à fabriquer le chocolat. Des graines de cacaoyer *montaraz* (Nouvelle-Grenade), non dépouillées de leur coque, ont donné à l'analyse :

Beurre de cacao	44
Albumine	20
Théobromine	2
Matières cristallines très-amères	traces
Acide cristallisé, gomme	6
Amidon et cellulose	13
Substances minérales	4
Eau	11
	100

(M. Boussingault.)

Comme on le voit, ces graines renferment vingt à vingt-cinq fois plus de matières grasses que les farines des céréales, et sont même plus riches en matières azotées. Ces circonstances, jointes à l'arome particulier du cacao, font de cette graine une excellente matière nutritive; son mélange avec le sucre constitue l'aliment si répandu, connu sous le nom de *chocolat*. Nous avons étudié précédemment le beurre de cacao et la théobromine.

Les cacaos de bonne qualité, débarrassés de leurs enveloppes et tels qu'ils sont livrés au commerce, présentent, avant la torréfaction, la composition moyenne suivante :

Beurre de cacao	52
Albumine, fibrine et autre matière azotée	20
Théobromine	2
Amidon	10
Cellulose	2
Matière colorante, essence aromatique	traces
Substances minérales	4
Eau	10
	100

(M. Payen.)

Ils laissent, après la combustion, des cendres formées de :

Potasse	33,4
Chaux	11,0
Magnésie	17,0
Acide phosphorique	29,6
Acide sulfurique	4,5
Acide carbonique	1,0
Chlore	0,2
Silice	3,3
	100,0

(M. Letellier.)

Les différentes variétés de cacaos diffèrent beaucoup les unes des autres, suivant leur origine, et suivant les circonstances de la végétation.

Le *cacao caraque,* qui est le plus estimé, se récolte principalement à Caracas et dans la province de Nicaragua. Il est en général plus arrondi, plus gros et plus doux que les autres sortes; il est de couleur rougeâtre. Il y en a une variété dont les amandes sont plus petites.

Le *cacao Maragnan* présente une coloration brun foncé; il est moins aromatique et plus amer que le caraque; on l'emploie généralement mélangé avec ce dernier.

Le *cacao Trinidad* se rapproche du caraque.

Le *cacao de Iles* nous vient des Antilles, des îles de France et de Bourbon; moins gros, plus déprimé que le précédent, il est plus amer et plus onctueux.

LÉGUMINEUSES.

Les graines des plantes de cette famille constituent un des aliments végétaux les plus nourrissants : elles sont plus riches en substances azotées et en matières grasses que les céréales ; leur culture est plus simple, elles ne sont pas sujettes aux maladies, et sont d'un prix peu élevé.

Les substances azotées qu'on y rencontre sont différentes de celles qui se trouvent dans les céréales; aussi la farine des légumineuses est impropre à la fabrication du pain, à cause de l'absence du gluten. Le principe azoté particulier à ces graines est la *légumine,* dont nous avons étudié précédemment les propriétés.

Nous avons vu que la farine des légumineuses était quelquefois mélangée frauduleusement à de la farine de blé, et nous avons indiqué comment, d'après certaines propriétés de la légumine, on a peu reconnaître cette falsification.

Nous donnerons seulement ici un tableau de la composition des diverses légumineuses, et de l'analyse des cendres qu'elles laissent par la calcination:

Composition immédiate des principales légumineuses.

LÉGUMINEUSES.	MATIÈRES azotées, LÉGUMINE, etc.	MATIÈRES GRASSES.	AMIDON, DEXTRINE et SUCRE.	CELLULOSE.	SELS MINÉRAUX.	EAU.	OBSERVATEURS.
Féveroles	30,80	1,90	48,30	3,00	3,50	12,50	(M. Payen.)
Fèves ordinaires	24,40	1,50	51,50	3,00	3,60	16,00	
Fèves vertes (desséchées)	29,05	2,00	55,85	1,05	3,65	8,40	
Haricots blancs (ordinaires)	25,50	2,80	55,70	2,90	3,20	9,90	
Haricots flageolets (desséchés)	27,00	2,60	60,00	2,00	3,30	5,10	
Lentilles	25,20	2,60	56,00	2,40	2,30	11,50	
Pois secs	23,80	2,10	58,70	3,50	2,10	9,80	
Pois cassés	25,40	2,00	58,50	1,90	2,50	9,70	
Vesces	27,30	2,70	48,90	3,50	3,00	14,60	(M. Boussingault.)

Cendres des graines de légumineuses.

	Fèves.	Haricots.	Pois.	Lentilles.	Vesces.
Potasse	20,8	49,1	35,3	27,84	30,57
Soude	19,0	»	2,5	10,80	10,81
Chaux	7,3	5,8	10,1	5,07	4,75
Magnésie	8,8	14,5	11,9	1,90	8,49
Oxydes de fer et de manganèse	1,0	traces	traces	1,61	0,75
Acide carbonique	»	3,3	0,5	15,83	»
Acide phosphorique	37,9	26,8	30,1	29,07	38,05
Acide sulfurique	1,3	1,3	4,7	»	4,10
Chlore	1,5	0,1	1,1	3,78	1,21
Silice	4,0	1,0	1,5	1,07	2,01
Charbon et perte	»	1,1	2,3	3,03	»
	(M. Bichon.)		(M. Boussingault.)	(M. Lewy.)	

CAFÉ (*Coffea arabica*).

Les principes que l'on extrait du café, la *caféine*, la *caféone*, ont été étudiés précédemment (tome IV, p. 670); il nous reste seulement à donner la composition de cette graine, et à parler des falsifications qu'on lui fait subir.

Légumine, caféine, etc.	10,000
Caféine libre	0,800
Matière azotée	3,000
Substances grasses	13,000
Glucose, dextrine, acide végétal indéterminé	15,500
Chloroginate de potasse et de caféine	5,000
Huile essentielle concrète insoluble	0,001
Essence aromatique soluble à odeur suave	0,002
Cellulose	34,000
Substances minérales : potasse, magnésie, chaux; acides phosphorique, silicique, sulfurique; chlore	6,697
Eau	12,000
	100,000
	(M. Payen.)

La liqueur qu'on obtient en faisant digérer avec de l'eau le café non torréfié prend une coloration vert-émeraude sous l'influence de l'air, si l'on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque. Cette réaction paraît due à l'acide chloroginique.

Falsifications du café. — Le café est l'objet de falsifications nombreuses ; ces falsificat ons sont de trois espèces, suivant qu'elles portent

sur le café en grains crus, sur le café torréfié en grains, ou sur le café torréfié et moulu.

Falsifications du café cru. — Le café cru n'est guère sujet à la falsification ; la plus fréquente consiste plutôt en une altération du café déguisée par le vendeur qu'en une falsification proprement dite : on reconnaît cette fraude par la simple torréfaction qui développe moins d'arome que lorsque le café est de bonne qualité.

On a quelquefois falsifié le café cru en y mêlant des grains d'argile moulés ayant la forme du café : Cette falsification grossière se reconnaît par la trituration : le café résiste énergiquement à cette opération, tandis que les grains d'argile s'écrasent avec la plus grande facilité. On peut encore reconnaître cette fraude par l'incinération.

Falsifications du café torréfié en grains.— Une falsification qui s'est produite dans ces derniers temps, consiste à faire une pâte composée de :

Café torréfié en poudre	15
Farines de maïs, de seigle, d'orge, de glands et de blé	85
	100

En agglomérant cette pâte, qui a la couleur et l'odeur du café, puis en la moulant, on imite grossièrement les graines de café. Il est aisé de reconnaître cette fraude ; les grains de ce café sont très-friables, leur cassure est granuleuse et se distingue nettement de celle du café lui-même.

Falsifications du café torréfié et moulu. — Cette falsification consiste le plus souvent dans le mélange de chicorée ou de racines diverses. La chicorée elle-même est soumise à des falsifications très-grossières, telles que le mélange de sciure de bois d'acajou, de tan épuisé, de foie de cheval séché et pulvérisé, etc.

Un des moyens les plus sûrs de reconnaître la falsification du café par la chicorée consiste dans l'emploi du microscope. Un grossissement de 150 diamètres suffit pour montrer, soit exclusivement le tissu cellulaire à parois très-épaisses et irrégulièrement perforées qui caractérise le périsperme du café, soit un mélange de ces fragments de tissus avec le tissu qui appartient à la racine de chicorée. Ce dernier présente des cellules à parois très-minces non perforées et des tubes criblés de trous.

Une infusion de café torréfié contenant 10 grammes de café moulu pour 100 grammes d'eau a une teinte fauve qui, par l'addition du sulfate de peroxyde de fer, devient trouble et d'un vert brunâtre. Cette réaction permet de distinguer l'infusion de café pur de celle qu'on

obtient avec la racine torréfiée de chicorée sauvage : cette dernière infusion ne se trouble pas par l'addition du sel de fer.

(M. Lassaigne.)

On reconnaît encore la falsification du café par la chicorée, en mélangeant la poudre suspecte avec dix fois son poids d'eau aiguisée de $\frac{1}{10}$ d'acide chlorhydrique : la poudre de café pur surnage en grande partie, et le liquide se colore peu ; tandis qu'on obtient une forte coloration brune et un dépôt abondant au fond du tube qui sert à l'expérience, s'il y a une certaine quantité de chicorée. Ce moyen, qui est très-expéditif, est à la portée de tout le monde.

Le café donne environ 3,19 pour 100 de cendres renfermant :

Potasse	50,4
Chaux	8,6
Magnésie	10,0
Acide carbonique	15,3
Acide phosphorique	12,3
Acide sulfurique	1,2
Chlore	1,1
Silice	1,1
	100,0

(M. Letellier.)

On peut remarquer encore que les cendres de café pur contiennent 70 pour 100 de parties solubles, tandis qu'on n'en trouve que 17 pour 100 dans les cendres de chicorée. (M. Payen.)

On doit à MM. Th. Graham, Stenhouse et Dr Campbell, un rapport à la commission sanitaire de Londres, sur les falsifications que l'on fait subir au café moulu, et sur les moyens de les reconnaître.

(*Chemical Soc. qu. J.*, IX, 33.)

La poudre de chicorée torréfiée, ou d'autres racines, étant traitée par l'eau bouillante, donne une masse molle, tandis que la poudre de café reste dure. Les graines de céréales torréfiées donnent une infusion mucilagineuse ; la chicorée ou les autres racines donnent une infusion beaucoup plus colorée que le café. La densité d'une infusion de café est plus faible que celle d'une infusion de chicorée, à poids égal de matière employée. Le café torréfié ne renferme que des traces très-faibles de sucre, tandis que les surrogats du café en renferment des quantités toujours notables. Les cendres de café se distinguent des cendres de la chicorée en ce qu'elles ne renferment ni soude ni silice, et la présence de 1 pour 100 de silice dans les cendres peut être envisagée comme un indice de falsification.

Voici, d'après les chimistes anglais, la composition des cendres du café et de ses surrogats :

	Ceylan.	Java.	Costa-Rica.	Jamaïque.	Moka	Chicorée anglaise.	Chicorée étrangère.	Chicorée de Guernesey.	Lupin.	Glands.	Maïs.
Potasse	55,10	54,00	53,20	53,72	51,52	24,88	29,56	32,07	33,54	54,93	30,74
Soude	»	»	»	»	»	15,10	2,04	3,81	17,75	0,63	»
Chaux	4,10	4,11	4,61	6,16	5,87	9,60	5,00	5,31	7,75	6,01	3,06
Magnésie	8,42	8,20	8,66	8,37	8,87	7,22	3,42	3,85	6,18	4,32	14,72
Peroxyde de fer	0,45	0,73	0,63	0,44	0,44	3,13	5,32	3,52	»	0,54	0,84
Acide sulfurique	3,62	3,49	3,82	3,10	5,26	10,53	5,38	6,01	6,80	4,79	4,13
Chlore	1,11	0,26	1,00	0,72	0,59	4,68	3,23	4,56	2,11	2,51	0,50
Acide carbonique	17,47	18,13	16,34	16,54	16,98	2,88	2,80	3,19	0,56	13,69	»
Acide phosphorique	10,36	11,05	10,80	11,13	10,15	11,27	7,06	6,65	25,53	11,15	44,50
Silice	»	»	»	»	»	2,61	12,75	10,52	0,87	1,01	1,78
Sable	»	»	»	»	»	8,08	23,10	20,19	»	»	»
	100,63	99,97	99,06	100,18	99,68	99,98	100,66	99,68	101,09	99,58	100,27

ÉTUDE DU SOL.

On désigne sous le nom de *sol*, ou *terre arable*, les parties de la couche superficielle de la terre où les végétaux peuvent se développer.

Les sols arables sont des mélanges de substances minérales pulvérulentes et de matières organiques en partie décomposées.

Pour se rendre compte de la formation de cette couche labourable, il faut remonter à l'époque des grandes révolutions du globe. Nous avons vu, dans les notions de géologie exposées au commencement de cet ouvrage, comment s'étaient formés les terrains cristallins ou roches, les terrains sédimentaires, d'alluvion, volcaniques. Ces terrains ont été ensuite soumis à diverses influences mécaniques et chimiques, qui ont déterminé leur désagrégation complète. Parmi ces influences, il faut citer : les soulèvements intérieurs, la force expansive de l'eau qui se congèle ou se vaporise; puis l'action chimique de cette eau, qui, pénétrant par les crevasses à de grandes profondeurs où la haute température a favorisé son action dissolvante, est revenue ensuite à la surface du sol, et a réagi sur les roches par les agents chimiques qu'elle avait entraînés; enfin l'action des pluies, qui enlèvent peu à peu les particules des roches, et celle de l'air, dont l'acide carbonique, se combinant avec les bases de certains silicates, met la silice en liberté.

Les divers produits de cette désagrégation des roches restent parfois à leur surface, et servent alors de support à certaines plantes; mais ordinairement, ils sont entraînés par les vents et les pluies dans les vallées, où ils forment des dépôts sédimentaires de nature différente.

On doit attribuer la différence qui existe entre ces dépôts, d'abord à la diversité de composition des roches; en second lieu, à ce que les substances qui ont été entraînées ou dissoutes par l'eau ont dû, suivant leur densité ou leur solubilité, se déposer à des distances plus ou moins grandes des roches dont elles provenaient. Néanmoins il existe toujours une relation plus ou moins marquée entre la composition de ces roches et celle de la terre arable résultant de leur désagrégation. En effet, les granits ont produit des terres renfermant de la silice, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de l'oxyde de fer; les quartz n'ont fourni que du sable; les schistes argileux, des argiles; la craie, des couches de calcaire.

La végétation, de son côté, a contribué à la production des terres arables. Dès que la surface des roches a été recouverte d'une couche assez épaisse de matières inorganiques pulvérulentes, les mousses et les lichens ont pu s'y développer et y ont végété normalement. Les débris de ces premières plantes, mêlés à la poussière minérale, ont formé alors

une couche de terre propre à nourrir des végétaux plus vigoureux, mais qui empruntaient encore la majeure partie de leurs éléments à l'air atmosphérique. Les détritus de cette seconde végétation ont à leur tour augmenté l'épaisseur de cette couche cultivable; et ces accroissements successifs ont formé un sol arable, sur lequel les végétaux de la plus grande espèce peuvent se développer.

Enfin l'homme a modifié la composition de ces sols primitifs, soit en les mélangeant entre eux, soit en les additionnant de débris de plantes ou d'excréments d'animaux.

L'épaisseur de la couche de terre arable varie depuis quelques centimètres jusqu'à un mètre et plus. La couche située au-dessous forme le *sous-sol*. Le sous-sol est donc, dans les cas des formations les plus simples, la roche primitive dont la surface a été convertie en terre végétale.

Quelques agronomes donnent le nom de *sous-sol* à une couche dont la composition diffère complétement de celle de la terre arable, et qui repose ordinairement sur une couche imperméable à l'eau. Ainsi M. de Gasparin distingue : le *sol actif*, c'est la couche superficielle destinée à la culture; le *sol inerte*, qui n'est pas entamé par les travaux agricoles et qui offre la même composition que la couche précédente ; le *sous-sol*, dont la composition minérale est tout à fait différente, c'est la couche comprise entre le sol inerte et la *couche imperméable* : cette dernière couche, ordinairement argileuse, supporte directement le sol arable, quand le sous-sol n'existe pas.

Les couches inférieures influent sur quelques-unes des propriétés du sol arable, principalement sur son état de sécheresse ou d'humidité.

La nature du sous-sol, en nommant ainsi la couche sur laquelle repose la terre arable, est assez importante à considérer pour l'agriculteur. En effet, dans le cas où la composition du sous-sol est analogue à celle du sol arable, on peut, si cela est nécessaire, augmenter la profondeur de ce dernier en empruntant au sous-sol par des labours profonds. Quelquefois aussi la couche superficielle pourra être rendue plus favorable à la culture, en la mélangeant avec le sous-sol, si celui-ci offre une composition différente : c'est ainsi qu'un sol argileux pourra être amélioré, s'il est supporté par un sous-sol sablonneux, par un mélange convenable des deux couches.

Avant de faire connaître la classification des différents sols arables, il faut remarquer qu'on n'y rencontre, en fait de substances minérales, que du sable, de l'argile, du calcaire, un peu d'oxyde de fer, et quelquefois de la magnésie ; à ces principes vient se joindre l'*humus*, qui constitue la partie organique du sol.

Le sable, l'argile, le calcaire, pris isolément, sont de très-mauvais terrains de culture : la trop grande consistance de l'argile doit être dimi-

nuée par l'addition du sable, dont la porosité pourrait être nuisible, si l'on ne faisait intervenir le calcaire; celui-ci absorbe l'eau, que l'argile compacte retient à la surface, et que le sable laisse trop facilement écouler. Il paraît, d'après de nombreuses expériences, que les meilleurs terrains sont ceux qui réunissent à peu près en parties égales ces trois principes minéraux, auxquels il faut toutefois que le principe organique, l'humus, soit aussi mélangé.

Les sols que nous présente la nature sont presque toujours, du reste, des mélanges de ces divers principes. C'est d'après leurs proportions relatives qu'on a établi la division suivante, que nous empruntons à l'excellent ouvrage de MM. Girardin et du Breuil :

Sols sablonneux	Sol de sable pur. Sol quartzeux. Sol volcanique. Sol sablo-argileux. Sol sablo-argilo-ferrugineux. Sol sablo-humifère.
Sols argileux	Sol d'argile pure. Sol argilo-ferrugineux. Sol argilo-sablonneux. Sol argilo-calcaire.
Sols calcaires	Sol crayeux. Sables calcaires. Sol tufeux. Sol marneux.
Sols magnésiens	»
Sols humifères	Sol tourbeux. Sol marécageux.

SOLS SABLONNEUX.

La silice prédomine dans ces terrains; elle s'y trouve presque toujours mélangée avec de petites quantités d'argile et de calcaire, et est colorée en général en brun, en jaune ou en gris par l'humus et l'oxyde de fer. Ces terrains sont peu consistants, perméables et s'échauffent très-facilement; ils exigent une plus grande quantité de fumier que les autres terres : on les reconnaît au dépôt considérable de sable qu'on obtient en les délayant dans l'eau.

Si le sable pur constitue un sol végétal à peu près infertile, il est bon d'observer néanmoins que la silice paraît indispensable à la végétation : on en retrouve en effet toujours dans les cendres des plantes, et surtout dans les feuilles; la silice forme des concrétions aux nœuds des graminées; elle constitue presque seule le squelette des végétaux. On conçoit qu'elle ait pu y être introduite, en observant que les eaux de nos sources

en renferment presque toujours, ce qui prouve que la silice peut se rencontrer dans un état où elle est légèrement soluble. Mais son peu de solubilité empêche qu'elle ne soit dissoute et entraînée de nouveau, une fois qu'elle s'est déposée ; c'est pour cela que la proportion de silice que renferment les végétaux augmente avec leur âge.

Sol de sable pur. — Cette variété de sol ne se rencontre que sur les bords de la mer, où elle forme les *dunes:* elle est peu estimée des cultivateurs, car elle réunit tous les inconvénients des sols sablonneux en général. Le sable, en raison de sa forme granuleuse, ne retenant pas l'eau, les racines des plantes qu'on y cultive se dessèchent promptement. La facile circulation de l'air dans un pareil sol, et son état de division, le rendent impropre à absorber et à conserver les principes fertilisants de l'atmosphère et des engrais : aussi on ne peut y cultiver que des plantes prenant directement à l'atmosphère, au moyen de leurs organes aériens, les principes qui leur sont nécessaires.

Les pins, les genêts, réussissent bien dans le sable pur, et il est même indispensable d'avoir recours aux plantations de ces végétaux ou à l'*engazonnement,* pour arrêter la marche envahissante des sables mouvants dans certains pays. Le sol acquiert dans ce cas un peu de consistance, parce que la terre végétale est retenue à sa surface.

Sol quartzeux. — Le quartz constitue presque exclusivement ce sol, qui prend les noms de sol *caillouteux*, *graveleux* ou *granitique*, selon la grosseur des fragments de silice qu'on y rencontre. Ces sols sont d'ailleurs peu favorables à la culture.

Le sol granitique est le plus souvent complétement stérile; mais quelquefois le granit est feldspathique, comme dans les prairies de Pompadour par exemple : le sol présente alors une grande fertilité.

La vigne, les arbres verts, et surtout les châtaigniers, viennent parfaitement bien dans les sols quartzeux.

Sol volcanique. — Les terrains volcaniques sont en général noirs et pulvérulents. Parfois aussi ils présentent une teinte rougeâtre ou grisâtre due à la forte proportion de ponce qu'ils renferment. On leur donne alors le nom de *tufs ponceux*. Bien qu'un pareil sol ne contienne pas la moindre trace de matières organiques, il se fait remarquer par sa fécondité : cela tient à la grande quantité d'alcalis qu'il renferme.

Sol sablo-argileux. — Ce sol est un des plus féconds et des plus faciles à cultiver. Il se trouve ordinairement dans les vallées et sur les bords des rivières.

Les sols sablo-argileux qui offrent le plus de fertilité sont les terrains d'alluvion submergés par les eaux à l'époque des crues. Cette fertilité est due surtout à la couche, souvent très-épaisse, de limon argileux qui les

recouvre, et à la grande quantité de débris organiques que les eaux laissent déposer à la surface de ces terrains. C'est ce qui a lieu pour les rives du Nil, de la Loire, de la Seine, en un mot pour tous les terrains submersibles.

Sol sablo-argilo-ferrugineux. — L'aridité de ce sol tient principalement à la facilité avec laquelle les particules qui le constituent s'agglomèrent en *poudingues* compactes. On n'y fait en général que des plantations de bouleaux et de châtaigniers.

Sol sablo-humifère. — On désigne également ce sol sous le nom de *terre de bruyère ;* il est composé d'un sable plus ou moins ferrugineux et de terreau provenant de la destruction des bruyères, des genêts ou d'autres plantes renfermant beaucoup de fer et de tannin.

La terre de bruyère n'est pas très-avantageuse pour les grandes cultures, à cause de sa faible consistance et de son peu de profondeur. De plus, elle s'échauffe facilement en été, et devient fort aride. On ne l'emploie que pour certaines plantes cultivées dans les jardins.

SOLS ARGILEUX.

Les sols argileux sont tout à fait opposés aux terrains siliceux. Ils absorbent l'eau abondamment, et l'espèce de pâte qui se forme alors se dessèche difficilement et est en quelque sorte imperméable. Aussi les terres qui contiennent une trop forte proportion d'argile sont parfois inondées; elles sont froides et ne peuvent guère être cultivées qu'au printemps. La grande compacité de ces terrains les rend d'une culture difficile; ils adhèrent fortement aux instruments aratoires, et le labour les partage seulement en grosses mottes consistantes, qui se prêtent peu à l'ensemencement : l'agriculteur doit employer tous les moyens propres à diviser ces sols, à y faciliter l'écoulement des eaux. Les terres fortement argileuses doivent recevoir une forte proportion d'engrais, surtout à cause de cette propriété particulière qu'elles possèdent d'absorber et de retenir les gaz, l'oxygène de l'air, par exemple, et surtout les vapeurs ammoniacales, ce qui neutralise l'action de la première dose d'engrais qu'on y introduit; mais bientôt, sous l'influence de l'eau et d'un excès d'engrais, ces vapeurs ammoniacales se dégagent et les plantes peuvent se les assimiler.

Les sols argileux se distinguent par leur consistance, leur propriété de happer à la langue et leur coloration brune, jaune ou rouge.

Sol d'argile pure. — Ce n'est point, à proprement parler, un sol arable ; une pareille terre qui contient plus de 85 pour 100 d'argile ne peut être employée directement par l'agriculteur ; il est peu probable que les plantes puissent y germer, et d'ailleurs les frais de culture seraient très-

tués par des débris de roches dolomitiques, comme cela se rencontre en Angleterre, en Allemagne et en Italie, la cohésion des terrains, la grande quantité d'oxyde de fer qui s'y trouve, les rendent presque stériles : on n'y rencontre que des arbustes et des buissons.

SOLS HUMIFÈRES.

Les matières organiques dominent dans les sols de cette classe, et le plus souvent il est nécessaire d'y introduire artificiellement des principes minéraux. Les végétaux abandonnés dans l'intérieur du sol par suite d'enfouissements naturels, comme dans les forêts de l'Amérique, ou qui y ont été introduits à dessein, se décomposent peu à peu et constituent l'*humus* ou le *terreau*. Les principes assimilables de cette matière complexe sont enlevés par les plantes, il ne reste alors que les détritus des végétaux, et ce résidu, appelé *pourri*, ne joue plus qu'un rôle purement mécanique ; il ameublit le sol, et le rend perméable à l'air et très-apte à l'assimilation des principes provenant des engrais qu'on y introduira ultérieurement.

La composition du terreau varie selon la nature des plantes qui ont servi à le former; les plantes tannifères donnent un *terreau acide*, tandis que celles qui ne renferment pas de tannin donnent un *terreau doux* plus favorable à la culture.

Les principes organiques que l'on trouve dans le terreau sont l'*acide ulmique* libre ou combiné, et formant alors des ulmates solubles qui sont absorbés par les plantes pendant la végétation (MM. Soubeiran et Malaguti.) Enfin, on en retire encore une substance noire soluble dans l'eau, et nommée *extrait de terreau*; c'est à cette matière que l'humus doit sa coloration.

L'extrait de terreau, quoique soluble dans les alcalis, ne doit pas être confondu avec l'acide ulmique : il fonctionne dans l'acte de la végétation, en contribuant à échauffer rapidement le sol qui le contient, en absorbant l'eau hygrométrique, en s'appropriant les éléments de l'atmosphère et ceux des engrais, pour constituer des composés ammoniacaux dont les végétaux s'assimilent facilement l'azote, et enfin en donnant naissance à l'acide carbonique que l'eau dissout. Dans cet état, l'acide carbonique favorise le premier développement des plantes qui n'ont pas encore de feuilles; il détermine la dissolution des phosphates insolubles, il convertit en bicarbonates solubles les carbonates terreux insolubles, et les dispose ainsi à fournir aux plantes les principes magnésiens et calcaires qui leur sont essentiels.

Le sol qui contient l'extrait de terreau, l'humus, peut être considéré comme un réservoir qui absorbe les principes fertilisants, et les abandonne successivement aux végétaux dans l'état qui convient le mieux à l'assimilation.

On peut supposer, en outre, que le terreau contient une substance organique comparable, par sa nature, aux ferments, et qui, en agissant par sa présence, détermine les phénomènes d'assimilation.

Sol tourbeux. — La tourbe, qui forme la plus grande partie de ce sol, provient de la décomposition des plantes aquatiques, comme nous l'avons dit précédemment en traitant de la propriété générale des combustibles. On retrouve dans la tourbe des débris de végétaux non décomposés et des substances minérales, qui sont le plus généralement de la silice, des carbonate, sulfate, phosphate de chaux; de l'argile, du phosphate d'alumine et de l'oxyde de fer. La proportion des matières minérales varie selon les espèces de tourbes, comme le montrent les résultats suivants :

ORIGINE DES TOURBES.	MATIÈRES MINÉRALES.	MATIÈRES ORGANIQUES.
Vassy	7,2	92,8
Forges-les-Eaux	7,7	92,3
Bordeaux	8,5	91,5
Ham	11,7	88,3
Château-Landon	15,0	85,0
Clermont	17,4	82,6
Crouy, près de Meaux	18,8	81,2

Le sol tourbeux est ordinairement d'un aspect brun foncé, d'une consistance spongieuse et élastique. Il reste plus frais en été et plus chaud en hiver que les terrains d'une autre espèce, parce qu'il s'échauffe et se refroidit très-lentement. Il est assez peu fertile, et il est souvent préférable de l'exploiter seulement comme combustible. Ces terrains tourbeux sont toujours acides et renferment beaucoup de sels de fer: c'est pour cela qu'il est indispensable de les mélanger avec de la chaux vive ; ils doivent être améliorés en outre par le desséchement et l'addition d'argile et de sable. Le sol tourbeux n'est pas très-riche en humus, il renferme surtout cette partie du terreau que nous avons désignée sous le nom de pourri. Le meilleur emploi qu'on puisse faire des terrains tourbeux, est de les transformer en prairies perpétuelles, comme cela a lieu en Écosse, où on laisse se décomposer sur le sol la seconde récolte annuelle de foin. Néanmoins, en Alsace, le houblon et la garance sont cultivés avantageusement sur les sols tourbeux.

Sol marécageux. — On ne peut compter sur une récolte suivie dans un pareil sol, qui est submergé pendant une partie de l'année par des eaux stagnantes, et, si l'on veut l'utiliser, il faut changer complétement sa nature par des procédés convenables de desséchement. Les anciens

marais ainsi transformés en terrains cultivables deviennent très-fertiles, surtout s'ils renferment une assez grande proportion de calcaire : c'est ce qui a lieu pour les *palus* du département de Vaucluse, qui fournissent de belles récoltes de garance.

Sur les bords de la mer, ou des rivières dans lesquelles reflue l'eau salée, certains terrains marécageux produisent, lorsqu'ils ne sont plus couverts par les eaux, des pâturages très-estimés pour les animaux dont la viande doit servir à l'alimentation : la Normandie et la Charente-Inférieure possèdent beaucoup de ces prairies.

Les caractères si variés que présentent les divers sols arables rendent assez difficile l'examen complet d'un terrain, des qualités et des inconvénients qu'il présente, de sa fertilité, des moyens d'amélioration qu'il convient de lui appliquer. Il faut, pour se guider dans cette appréciation, bien connaître le rôle du sol par rapport aux végétaux, rôle dont l'importance a été établie par l'étude des phénomènes chimiques de la végétation. Le sol, qui doit supporter les plantes et permettre le développement de leurs racines, cède aux végétaux les principes assimilables qu'il contient ; il reçoit l'eau et absorbe les gaz de l'atmosphère nécessaires à la nourriture des végétaux ; c'est dans le sol que se conserve, pour ainsi dire, la chaleur qu'il reçoit du soleil, et qui se répartit ensuite aux plantes selon la conductibilité et la porosité plus ou moins grandes de ce sol. On voit donc qu'il est nécessaire, pour apprécier la valeur d'un terrain, de reconnaître par l'analyse chimique les éléments qui le constituent, et d'étudier les propriétés physiques, dont l'influence n'est pas moins grande. Nous allons commencer par l'étude de ces dernières propriétés.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL.

L'étude des sols arables nous fournit diverses preuves de l'influence que peuvent avoir, sur la végétation, les propriétés physiques d'un sol. En effet, nous avons dit qu'il était très-avantageux de trouver réunis dans un même terrain l'argile, le sable et le calcaire : or, le rôle chimique de ces principes, et surtout celui du sable et de l'argile, est d'une faible importance ; mais c'est en diminuant la consistance du sol que le sable améliore un terrain argileux, et l'introduction du calcaire a surtout pour but d'augmenter sa porosité et sa faculté d'imbibition : les propriétés physiques seules se trouvent modifiées. De même nous avons fait observer que le calcaire pur était un sol froid ; ce défaut tient à sa couleur blanche, qui rend son pouvoir absorbant pour la chaleur très-faible ; aussi avons-nous vu qu'un des avantages des sables calcaires sur le sol crayeux était de s'échauffer plus facilement.

Il est donc indispensable de signaler et d'évaluer comparativement dans les divers sols, leur densité, leur consistance, leur aptitude à absorber l'eau, la chaleur, etc.

Cette étude a été l'objet d'un travail important, dû à M. Schübler, dont nous donnerons ici les résultats les plus importants.

Densité des terres. — On l'a déterminée en employant la *méthode du flacon;* les résultats obtenus ne sont pas d'une rigueur absolue, à cause de la présence de certaines parties solubles, mais ils permettent d'apprécier comparativement les densités des divers sols, et donnent des renseignements utiles : ainsi on voit, d'après des résultats obtenus, qu'il sera permis de supposer qu'une terre, d'une densité très-faible, est riche en humus, tandis qu'une densité considérable fera présumer qu'elle renferme beaucoup de sable.

Nous joignons à la liste des densités des terres sur lesquelles ont été faites les expériences de M. Schübler, le poids obtenu en comprimant la terre sèche ou humide dans un moule d'une capacité déterminée.

NATURE DES TERRES.	DENSITÉ.	POIDS DU LITRE DE TERRE COMPRIMÉE	
		SÈCHE.	HUMIDE.
		kil.	kil.
Sable calcaire	2,822	2,085	2,606
Sable siliceux	2,753	2,044	2,494
Argile maigre	2,701	1,799	2,386
Argile grasse	2,652	1,621	2,194
Argile pure	2,591	1,376	2,126
Terre arable du Jura	2,526	1,731	2,126
Terre calcaire fine	2,468	1,006	1,758
Terre d'Hoffwyll	2,401	1,537	2,180
Gypse	2,358	1,676	2,350
Terre de jardin	2,332	1,499	1,744
Humus	1,225	0,632	1,428

Imbibition des terres par l'eau. — La quantité d'eau que peut retenir un sol est importante à connaître, car plus elle est considérable, moins l'effet de l'évaporation se fait sentir ; cela influe donc beaucoup sur la fraîcheur plus ou moins grande de la terre. On a mesuré cette faculté de retenir l'eau en délayant avec de l'eau 20 grammes de terre desséchée à 40°, puis recueillant sur un filtre, préalablement mouillé et pesé, la pâte liquide ainsi formée, et la laissant égoutter complétement : l'augmentation de poids du filtre représente évidemment l'eau absorbée.

Les nombres obtenus ainsi permettent de trouver les quantités d'eau et de terre contenues dans un litre de terre mouillée, dont on connaît d'ailleurs le poids par le tableau précédent.

Voici les résultats des recherches de M. Schübler :

NATURE DES TERRES.	EAU ABSORBÉE par 100 parties de terre.	1 LITRE DE TERRE MOUILLÉE CONTIENT	
		EAU.	TERRE.
		kil.	kil.
Sable siliceux	25	0,499	1,995
Gypse (à l'état hydraté)	27	0,501	1,855
Sable calcaire	29	0,582	2,031
Argile maigre	40	0,682	1,654
Terre arable du Jura	48	0,689	1,437
Argile grasse	50	0,730	1,464
Terre d'Hoffwyll	52	0,745	1,435
Argile pure	70	0,875	1,251
Terre calcaire fine	85	0,808	0,950
Terre de jardin	89	0,821	0,923
Humus	190	0,935	0,493

Ténacité, adhérence des terres. — La facilité avec laquelle on peut travailler un sol dépend de sa consistance et de la force avec laquelle il adhère aux instruments aratoires: il est donc nécessaire pour l'agriculteur de connaître ces propriétés; de s'assurer, selon l'expression consacrée, si une terre est *forte* ou *légère*, c'est-à-dire pénible ou facile à travailler.

En faisant avec la terre humide une boule de 30 millimètres environ de diamètre et la faisant sécher, la résistance qu'elle offre à l'écrasement entre les doigts permet d'évaluer approximativement sa cohésion relative. (M. PAYEN.)

Le procédé de M. Schübler conduit à une mesure plus précise de la ténacité d'une terre. On fabrique avec la terre délayée et comprimée dans un moule une brique que l'on dessèche à l'étuve; on fait reposer cette brique par ses deux extrémités sur deux supports fixes, et l'on suspend par un cordon appliqué suivant la ligne médiane un plateau que l'on charge de poids jusqu'à ce que la brique se rompe : le poids employé exprime la résistance à la rupture; on l'a regardé comme mesurant la ténacité. En opérant toujours dans les mêmes circonstances pour les diverses terres, et représentant par 100 la ténacité de l'argile, M. Schübler a obtenu pour celle des autres terres les nombres indiqués dans le tableau ci-après.

Voici maintenant comment cet habile physicien a mesuré l'adhérence aux instruments aratoires. Il a pris deux disques d'un décimètre carré de surface, l'un de fer et l'autre de hêtre : ce sont les matières employées ordinairement pour fabriquer les instruments aratoires. Il a fixé verticalement à l'extrémité du bras d'une balance le disque, qu'il faisait ensuite adhérer avec de la terre humide; les poids qu'il fallait mettre dans le plateau opposé pour vaincre l'adhérence en ont donné

la mesure. Ces poids sont inscrits dans les deux dernières colonnes du tableau suivant :

NATURE DES TERRES.	TÉNACITÉ de la terre sèche.	ADHÉRENCE DE LA TERRE HUMIDE AU FER ET AU BOIS SUR 1 DÉCIM. CARRÉ.	
		FER.	BOIS.
		kil.	kil.
Argile pure	100,0	1,22	1,32
Terre argileuse	83,3	0,78	0,86
Argile grasse	68,8	0,48	0,52
Argile maigre	57,4	0,35	0,40
Terre d'Hoffwyll	33,0	0,26	0,28
Terre du Jura	22,0	0,24	0,27
Humus	8,7	0,40	0,42
Terre de jardin	7,6	0,29	0,34
Gypse	7,3	0,49	0,53
Terre calcaire fine	5,0	0,65	0,71
Sable siliceux	0,0	0,17	0,19
Sable calcaire	0,0	0,19	0,20

Dessiccation spontanée du sol. — Les sols n'abandonnent pas tous spontanément à l'air, avec une égale facilité, l'eau qu'ils ont absorbée, et cette aptitude à la dessiccation, jointe à l'imbibition du sol, détermine l'état de fraîcheur d'une terre, qualité importante à connaître. Pour mesurer cette propriété du sol d'abandonner par évaporation l'eau dont il est humecté, on met sur un plateau la terre présentant son maximum d'imbibition, et l'on mesure la perte de poids qu'a subie au bout de quatre heures ce plateau maintenu à une température de 19° : une dessiccation à l'étuve fait ensuite connaître la quantité d'eau dont la terre était imbibée, et l'on en conclut facilement ce que 100 parties d'eau d'imbibition ont perdu par évaporation. C'est ainsi que l'on a trouvé les nombres rapportés dans le tableau ci-après. Nous avons établi la liste des terrains en commençant par ceux qui se dessèchent le plus facilement, et arrivant en dernier lieu à celui qui retient le plus fortement l'eau ; on voit que c'est l'humus qu'il est avantageux de mélanger aux terrains agricoles pour y maintenir une humidité convenable.

Le sol éprouve ordinairement par la dessiccation un retrait qui est la cause des crevasses qui s'y produisent : nous avons joint au tableau représentant la dessiccation du sol les résultats obtenus en mesurant, après une dessiccation à 17°, le volume d'un petit prisme qu'on avait fait avec de la terre humide et dont le volume primitif était connu : la différence des volumes donne le retrait. On remarque qu'il est très-considérable pour l'humus, ce qui explique les abaissements et les gonflements qu'on observe dans les terrains tourbeux ; l'argile pure éprouve aussi un retrait considérable. Ce tableau fait voir en outre qu'il n'y a

pas toujours corrélation entre l'aptitude à se dessécher et le retrait produit par cette dessiccation : ainsi la terre calcaire fine, qui abandonne presque autant d'eau que l'argile, diminue pourtant très-peu de volume en se desséchant. On peut comprendre, en remarquant cette grande différence de retrait entre l'argile et le calcaire, pourquoi la marne, qui est un mélange de ces deux corps, se réduit en poussière au bout de peu de temps; cette inégalité de retrait doit séparer en effet les molécules les unes des autres.

Le sable siliceux et calcaire, ainsi que le gypse, n'éprouvent aucun retrait.

NATURE DES TERRES.	PERTE D'EAU pour 100 D'EAU D'IMBIBITION.	DIMINUTION DE VOLUME pour 1000 parties.
Sable siliceux	88,4	0
Sable calcaire	75,9	0
Gypse	71,7	0
Argile maigre	52,0	60
Argile grasse	45,7	89
Terre arable du Jura	40,1	95
Terre argileuse	34,9	114
Terre arable d'Hoffwyll	32,0	120
Argile pure	31,9	133
Terre calcaire fine	28,0	50
Terre de jardin	24,3	149
Humus	20,5	200

Faculté hygrométrique des sols. — Le degré d'humidité d'un sol ne dépend pas seulement de la quantité d'eau qu'il reçoit; le sol condense en outre, surtout pendant la nuit, l'humidité de l'atmosphère, et, pendant la sécheresse, c'est seulement par cette absorption que les plantes peuvent trouver l'eau qui leur est nécessaire : cette faculté d'absorber l'humidité de l'air varie suivant les terres, avec leur plus ou moins grande porosité et la quantité de sels déliquescents qu'elles peuvent contenir, etc. Il est facile d'évaluer cette faculté hygrométrique en plaçant dans une atmosphère saturée d'humidité un poids connu de terre sèche, et constatant l'augmentation de poids au bout d'un certain temps. C'est ce qu'a fait M. Schübler en opérant sur 5 grammes de terre étendue sur une surface de 360 centimètres carrés; il a pesé la terre à divers intervalles et a obtenu les résultats suivants :

NATURE DES TERRES.	QUANTITÉ D'EAU ABSORBÉE APRÈS			
	12 heures.	24 heures.	48 heures.	72 heures.
	Centigr.	Centigr.	Centigr.	Centigr.
Sable siliceux	0,0	0,0	0,0	0,0
Gypse	0,5	0,5	0,5	0,5
Sable calcaire	1,0	1,5	1,5	1,5
Terre arable du Jura	7,0	9,5	10,0	10,0
Terre arable d'Hoffwyll	8,0	11,0	11,5	11,5
Argile maigre	10,5	13,0	14,0	14,0
Argile grasse	12,5	15,0	17,0	17,5
Terre calcaire fine	13,0	15,5	17,5	17,5
Terre argileuse	15,0	18,0	20,0	20,5
Terre de jardin	17,5	22,5	25,0	26,0
Argile pure	18,5	21,0	24,0	24,5
Humus	40,0	48,5	55,0	60,0

On voit, d'après ce tableau, que l'absorption devient moindre quand l'humidité du sol augmente ; elle cesse ordinairement au bout de quelques jours.

On peut remarquer aussi que l'humus possède au plus haut degré cette faculté absorbante, qui est encore assez marquée dans l'argile, bien que beaucoup moindre. Enfin, nous ferons observer que les terrains se trouvent placés ici à peu près dans le même ordre que dans le tableau relatif à l'imbibition des terres par l'eau, ce qui semblerait indiquer une sorte de corrélation entre la faculté de retenir l'eau et celle d'absorber l'humidité.

Pouvoir absorbant du sol pour la chaleur. — Il est utile pour l'agriculteur de pouvoir déterminer si un sol est *chaud* ou *froid*. Or, cette qualité dépend de la facilité avec laquelle la terre s'échauffe sous l'influence des rayons solaires, et de la faculté qu'elle possède de retenir la chaleur ainsi absorbée. Nous allons examiner ces deux propriétés.

Echauffement des terres au soleil. — Les circonstances qui influent sur cette propriété du sol sont ici très-nombreuses : la couleur, l'humidité, l'inclinaison du sol par rapport aux rayons incidents, la nature de la surface, font varier beaucoup la température que peut atteindre un sol exposé au soleil ; aussi est-il assez difficile d'évaluer exactement cette propriété pour les différents sols. M. Schübler a déterminé seulement la température maximum acquise par les différents sols exposés au soleil pendant le même temps et dans des circonstances à peu près identiques ; il est arrivé aux résultats suivants :

NATURE DES TERRES.	COULEUR.	TEMPÉRATURE MAXIMUM de la couche supérieure, l'air ambiant étant à 25°.	
		TERRE HUMIDE.	TERRE SÈCHE.
		°	°
Humus	Gris noir	39,75	47,37
Terre de jardin	Gris noir	37,50	45,25
Argile pure	Gris bleuâtre	37,50	45,00
Terre argileuse	»	37,38	44,62
Sable siliceux	Gris jaunâtre	37,25	44,75
Sable calcaire	Gris blanchâtre	37,38	44,50
Argile grasse	»	37,25	44,50
Terre arable d'Hoffwyll	Grise	36,88	44,25
Argile maigre	Jaunâtre	36,75	44,12
Terre arable du Jura	Grise	36,50	43,75
Gypse	Gris blanchâtre clair	36,25	43,62
Terre calcaire	Blanche	35,63	43,00

Faculté de retenir la chaleur. — Tous les sols, une fois échauffés, ne se refroidissent pas avec la même facilité; cela dépend, et du pouvoir émissif du sol, et de sa conductibilité. M. Schübler, appliquant à cette recherche la méthode du refroidissement, a opéré de la manière suivante : Il a rempli avec la terre à essayer un vase métallique de 595 centimètres cubes de capacité, au centre duquel était placée la boule d'un thermomètre; l'appareil était porté à une température initiale de 62°,5, et on le laissait se refroidir jusqu'à 21°,2, la température ambiante étant maintenue à 16°,2. M. Schübler admet que le temps nécessaire pour ce refroidissement, effectué toujours dans les mêmes circonstances, est proportionnel à la faculté que possède le sol de retenir la chaleur. Ce pouvoir étant maximum pour le sable calcaire, on a pris ce sol pour point de comparaison, et, en représentant sa faculté absorbante par 100, on a obtenu les résultats suivants :

NATURE DES TERRES.	TEMPS nécessaire pour le refroidissement.	FACULTÉ de retenir la chaleur.
Sable calcaire	3h. 30m.	100,0
Sable siliceux	3 27	95,6
Argile maigre	2 41	76,9
Terre arable du Jura	2 36	74,3
Gypse	2 34	73,2
Argile grasse	2 30	71,1
Terre arable d'Hoffwyll	2 27	70,1
Terre argileuse	2 24	68,4
Argile pure	2 19	66,7
Terre de jardin	2 16	64,8
Terre calcaire fine	2 10	61,8
Humus	1 43	49,0

Absorption des gaz par le sol. — De nombreuses observations ont prouvé que les terres absorbent les gaz, et en particulier l'oxygène de l'air. Un des principaux effets du labour est d'aérer le sol. La présence de l'oxygène paraît même nécessaire pour que le sol soit fertile; en effet, on a reconnu que des terres extraites de l'intérieur de mines ne devenaient fertiles qu'après une longue exposition à l'air.

(De Humboldt.)

Cette propriété tient non-seulement à la nature physique du sol, ainsi que l'ont prouvé les expériences de Saussure sur l'absorption des gaz par les corps poreux, mais encore à la composition chimique : ainsi on a observé que des argiles blanches, retirées par sondages des couches inférieures du sol, absorbaient l'oxygène de l'air et devenaient bleues; on a attribué ce phénomène à la suroxydation du fer qui se trouve dans ces argiles. (M. Boussingault.)

M. Schübler a étudié aussi cette propriété, et il a reconnu que l'humus, après avoir absorbé l'oxygène, le changeait en acide carbonique; ce fait a été confirmé par des analyses récentes de l'air contenu dans la terre végétale, dont nous parlerons plus loin.

Cette absorption d'oxygène ne se produit que si les terres sont humides : elle paraît augmenter avec la température; elle est presque nulle pendant les grands froids. Pour mesurer cette absorption, on a placé un poids connu de terre humide dans un flacon bouché à l'émeri, renversé sur l'eau : le volume primitif de l'air du flacon était connu, on mesurait et l'on analysait cet air au bout d'un certain temps. Voici les résultats obtenus par M. Schübler; la durée de l'expérience a duré trente jours :

NATURE DES TERRES.	POIDS D'OXYGÈNE absorbé par 100 parties de terre.
Humus	20,3
Terre de jardin	18,0
Terre arable d'Hoffwyll	16,2
Argile pure	15,3
Terre arable du Jura	15,2
Terre argileuse	13,6
Argile grasse	11,0
Terre calcaire fine	10,8
Argile maigre	9,3
Sable calcaire	5,6
Gypse	2,7
Sable siliceux	1,6

Composition de l'air confiné dans la terre végétale. — Nous avons dit que M. Schübler avait reconnu que l'humus transformait l'oxygène

absorbé par les terres arables en acide carbonique. Ce phénomène a été étudié récemment par MM. Boussingault et Lévy, qui ont publié à ce sujet un travail remarquable auquel nous empruntons les détails qui suivent.

Il s'opère à l'intérieur du sol une véritable combustion des matières organiques qui constituent l'humus et les engrais; c'est là ce qui détermine l'appauvrissement d'une terre, primitivement riche en humus, quand on n'y renouvelle pas les engrais. Cette combustion se fait aux dépens de l'oxygène de l'air contenu dans le sol; les racines des végétaux se trouvent ainsi au milieu d'une atmosphère très-riche en acide carbonique et contenant en outre une petite quantité d'ammoniaque: par conséquent, ces racines sont placées dans les meilleures conditions d'alimentation et de développement.

L'air confiné dans la terre végétale doit donc avoir une composition différente de celle de l'air ordinaire, et il était important de la déterminer.

Cette recherche présentait de nombreuses difficultés pratiques; car les procédés ordinaires au moyen desquels on recueille une portion de l'air contenu dans un espace quelconque sont ici tout à fait inapplicables. Il fallait en outre éviter de remuer la terre sans précaution, pour que l'air extérieur ne vînt pas se mélanger à l'air confiné dont on voulait faire l'analyse. MM. Boussingault et Lévy ont prévenu tous les inconvénients qui auraient pu altérer l'exactitude de leurs recherches, par l'emploi d'un appareil que nous allons décrire.

L'air est puisé dans le sol à une profondeur de $0^m,30$ à $0^m,40$, au moyen d'un tube terminé par une pomme d'arrosoir qu'on a remplie de petits cailloux, afin de diminuer sa capacité intérieure. Ce tube est enfoui dans le sol vingt-quatre heures au moins avant le commencement de l'expérience, afin que l'air extérieur introduit en creusant le trou dans lequel on place ce tube puisse se mélanger convenablement à l'air confiné. Il communique au moyen d'un robinet avec un petit ballon dans lequel on a fait le vide; à la suite de ce ballon sont placées deux éprouvettes contenant de l'eau de baryte, et enfin un grand flacon rempli d'eau pour servir d'aspirateur. L'écoulement de l'eau de ce flacon s'est toujours fait très-lentement; il n'a jamais dépassé un litre d'eau par heure.

L'appareil étant mis en place, on ouvre les robinets de façon à faire arriver l'air dans le ballon vide, puis on fait écouler l'eau de l'aspirateur : l'acide carbonique est absorbé presque en totalité par l'eau de baryte dans la première éprouvette où se précipite le carbonate de baryte; l'eau de baryte de la seconde éprouvette est rarement troublée.

Lorsqu'on veut terminer l'expérience, on ferme le petit ballon, qui se trouve ainsi rempli de l'air contenu dans la terre végétale; on analyse avec soin cet air : dans ce but, après l'avoir fait passer dans un tube

gradué, on absorbe l'acide carbonique par la potasse, et l'oxygène par l'acide pyrogallique.

L'eau écoulée du flacon aspirateur donne, en faisant les corrections convenables de température et de pression, la mesure du volume de l'air dont l'acide carbonique a été précipité.

Le carbonate de baryte étant recueilli sur un filtre, lavé avec soin, calciné et pesé, on en déduit la proportion en poids et en volume de l'acide carbonique contenu dans l'air confiné.

Quand on veut doser l'ammoniaque, on remplace l'eau de baryte par une dissolution d'acide chlorhydrique exempte d'ammoniaque et qu'on prépare au moment même; après l'expérience on évapore à l'étuve la liqueur acide. Dans la plupart des recherches faites dans ce but, on n'a obtenu que des traces de sel ammoniac, suffisantes pour établir la présence constante de vapeurs ammoniacales dans l'air extrait du sol, mais ne permettant pas d'obtenir un dosage exact.

Les résultats des nombreuses expériences faites par MM. Boussingault et Lévy ont établi que, dans le sol, l'air est constamment chargé d'acide carbonique, car il en renferme en moyenne 22 à 23 fois autant que l'air normal. Cet acide carbonique provient évidemment en grande partie de la combustion du carbone des matières organiques du sol par l'oxygène de l'air, car le gaz acide carbonique trouvé représente à peu près le volume du gaz oxygène disparu. Nous donnons dans la dernière colonne du tableau ci-après la somme des volumes d'oxygène et d'acide carbonique contenus dans 100 volumes d'air extrait du sol : cette somme s'éloigne peu du nombre 20,9 qui représente le volume d'oxygène de l'air atmosphérique; néanmoins la différence qui se présente dans tous les cas permet de croire qu'une portion de l'oxygène est employée à brûler de l'hydrogène appartenant à la matière organique du sol.

La proportion d'air confiné contenu dans un volume donné du terrain est utile à connaître, si l'on veut savoir la quantité de gaz acide carbonique que la combustion lente de l'humus met à la disposition des racines des plantes. Pour arriver à ce résultat, on remplit de terre un vase cylindrique de 34 litres de capacité, en opérant autant que possible le tassement toujours d'une manière semblable. On verse alors de l'eau dans ce vase en favorisant la sortie de l'air par l'agitation, jusqu'à ce que le liquide soit sur le point de déborder; l'ouverture du vase est maintenue horizontale. Le volume d'eau qu'il faut employer mesure l'air déplacé. Cette opération se fait très-promptement; malheureusement le tassement, qu'il est très-difficile de régler, influe beaucoup sur les résultats : il faut les regarder d'ailleurs comme étant un peu faibles, parce que la terre a toujours été plus fortement tassée qu'elle ne l'est dans les champs.

Nous résumons dans le tableau suivant les résultats principaux des expériences de MM. Boussingault et Lévy.

NATURE DES TERRES.	AIR confiné dans un mètre cube de terre végétale.	100 PARTIES D'AIR RENFERMENT		
		Acide carbonique.		Oxygène et acide carbonique. En volume.
		En volume.	En poids.	
	lit.			
Terre légère récemment fumée.....	235,3	9,74	14,13	20,09
Terre d'un champ de carottes.....	232,4	0,98	1,49	20,43
Terre d'une vigne, sol sablonneux.....	282,4	0,96	1,46	20,78
Terre d'une forêt, sol sablonneux, fortement tassé.....	117,6	0,86	1,30	20,48
Loam, sous-sol de la forêt, fortement tassé.....	70,6	0,82	1,24	20,45
Sable, sous-sol de la forêt, fortement tassé.....	88,2	0,24	0,38	»
Terre d'un carré d'asperges, sol sablonneux.....	223,5	1,16	1,77	20,30
Terre très-riche en humus.....	420,6	3,64	5,43	20,09
Terre d'un champ de betteraves, assez argileuse.....	235,3	0,87	1,31	20,58
Terre d'une luzernière, argileuse et calcaire.....	220,6	0,80	1,22	20,84
Terre d'un champ de topinambours, assez argileuse.....	205,9	0,66	1,01	20,65
Terre d'une prairie, argileuse, comprimée.....	161,8	1,79	2,71	21,20
Terre d'une serre du Jardin des plantes.	361,8	1,06	1,66	20,36

Pouvoir absorbant des terres arables.—Les terres arables possèdent la faculté importante d'absorber certains éléments des engrais; cette propriété a été découverte il y a une quinzaine d'années par deux savants anglais, MM. Huxtable et Thompson. Ainsi, en filtrant du purin sur de la terre, M. Huxtable obtint un liquide incolore et dépourvu d'odeur; de son côté, M. Thompson remarqua que la terre retient, à l'état insoluble, l'ammoniaque d'une solution ammoniacale, que cette ammoniaque soit libre ou à l'état de sel. M. Th. Way poussa ces recherches plus loin, et constata que la terre arable absorbe non-seulement l'ammoniaque, mais encore les autres alcalis ou bases alcalino-terreuses. Il constata, en outre, que l'état auquel un élément minéral se trouve dans le sol est de peu d'importance, puisque ce sol le ramène toujours à un état spécial sous lequel il l'offre ensuite à la végétation. M. Way reconnaît, en outre, que l'argile possède des propriétés antiseptiques particulières, car les matières une fois absorbées par l'argile ne subissent plus la fermentation putride.

M. Way pense qu'il faut répandre les engrais, surtout les engrais artificiels, le plus régulièrement possible, car les portions de sol qui les ont reçues les retiennent énergiquement pour ne les céder qu'aux plantes. Il faut donc que le sol soit également fumé sur toute son étendue.

M. Liebig fut conduit à des résultats analogues par des expériences

qu'il entreprit sur le pouvoir absorbant des terres arables. Il admet que les engrais se présentent aux plantes sous une forme spéciale, et que, en raison des composés formés, les racines des plantes doivent posséder une force particulière qui les rend aptes à choisir et à s'assimiler des substances qu'elles ne trouvent pas à l'état de dissolution.

M. F. Bruestlein a repris, dans ces dernières années, l'étude de ces phénomènes. Ses recherches ont porté sur trois espèces de terres :

La première, prise à Bechelbronn, dans un sol de topinambours, était une argile ténue, compacte, assez riche en carbonate de chaux.

La seconde était le *lehm* des coteaux si fertiles des environs de Strasbourg; elle est très-riche en carbonate de chaux et offre peu de plasticité.

Enfin, la troisième était un sable quartzeux de Liebfrauenberg, très-riche en débris organiques.

Il a aussi observé le pouvoir absorbant de quelques terres, et de quelques substances employées dans l'agriculture, pour l'ammoniaque; ses résultats sont consignés dans le tableau suivant :

	UN KILOGRAMME DE TERRE ENLÈVE A UNE DISSOLUTION DONNÉE EN QUANTITÉ SUFFISANTE, ET CONTENANT PAR LITRE :				
	3gr,556 d'ammoniaq. libre.	1gr,173 d'ammoniaq. libre.	0gr,295 d'ammoniaq. libre.	3gr,794 d'ammoniaq. à l'état de chlorhydrate.	0gr,380 d'ammoniaq. à l'état de chlorhydrate.
Terre de Bechelbronn...	1,119	0,644	0,283	1,806	0,400
Terre de Liebfrauenberg.	0,712	0,537	0,231	0,863	0,200
Terre de Mittelhausbergen (environs de Strasbourg)	0,483	0,339	0,165	1,009	0,362
Terreau de chêne.....	12,591	3,853	»		
Tourbe.....	7,082	»	»	000,0	»
Noir animal en grain ...	0,364	»	»	»	»
Noir animal lavé.....	3,720	»	»	»	»
Noir animal lavé (auquel on a incorporé du carbonate de chaux).....	»	»	»	1,440	»
Terre de Bechelbronn, traitée par un acide....	1,059	»	»	0,000	»
La même, à laquelle on a incorporé du carbonate de chaux.....	»	»	»	0,955	»

L'absorption qui a lieu avec le noir animal, le terreau, la tourbe, prouve bien l'indifférence de la nature chimique des corps absorbants. L'ammoniaque fixée existe à cet état dans la terre; il n'en est pas de même de la tourbe et du terreau de chêne, où l'on ne retrouve qu'une petite quantité, le tiers environ, de l'ammoniaque absorbée.

La terre agit sur l'air chargé d'ammoniaque de la même manière que sur une dissolution ; l'ammoniaque est retenue presque en totalité, même lorsque l'air n'en renferme qu'en quantités très-minimes.

La terre qui a absorbé de l'ammoniaque la perd lorsqu'elle est exposée au grand air ou à l'influence d'un courant d'air humide.

La propriété de la terre arable d'absorber de l'ammoniaque dépend presque exclusivement de la constitution physique du sol.

L'existence d'un carbonate est indispensable pour que la terre puisse retenir l'ammoniaque d'un sol ammoniacal.

La quantité d'ammoniaque que peut absorber la terre, dans une atmosphère qui en est chargée, est considérable. Quand l'air, ne contenant que des quantités d'ammoniaque très-faibles, est transmis à travers une longue colonne de terre qui absorbe la presque totalité de l'ammoniaque, celle-ci est de nouveau abandonnée par l'action d'un courant d'air humide.

L'ammoniaque absorbée par la terre jouit d'une grande stabilité tant que la terre reste sèche ; mais dès que l'eau intervient, l'ammoniaque est expulsée.

Un sol, selon sa richesse en ammoniaque et la force avec laquelle il la retient, n'en cède à l'eau que des quantités plus ou moins fortes, indépendantes, jusqu'à un certain point, de la quantité de liquide. Une eau faiblement ammoniacale paraît, du reste, avoir la propriété de circuler dans le sol. En tenant compte de la faible dose d'ammoniaque qui existe dans le sol arable, de sa solubilité, de sa diffusion ; sachant, en outre, que les réactions des autres alcalis sont à peu près identiques avec celles de l'ammoniaque, il paraît assez probable que les plantes choisissent la majeure partie des principes dont elles ont besoin dans des solutions très-étendues où se trouve l'azote qui leur est indispensable à l'état d'ammoniaque et d'acide nitrique. Il n'est pas douteux qu'il n'en soit ainsi, et les végétaux aquatiques en donnent la preuve. Les belles expériences de M. Boussingault ont établi qu'une plante acquiert un complet développement sur un sol formé de sable quartzeux pur, préalablement calciné ou ayant pour engrais unique du nitrate de potasse, des phosphates et des cendres alcalins. Dans ces conditions, le végétal est nécessairement obligé de chercher ses aliments dans une dissolution.

(M. Bruestlein, *Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. LVI, p. 155.)

Nous reviendrons plus loin, en parlant du plâtrage des terres arables, sur quelques particularités relatives à leur pouvoir absorbant pour les alcalis.

Après avoir terminé l'examen des propriétés physiques des sols, nous devons faire remarquer que de nombreuses causes peuvent modifier ces propriétés, et les résultats obtenus ne peuvent être utiles qu'à la condition d'étudier avec soin toutes les circonstances particulières qui

accompagnent le phénomène que l'on observe. Ainsi, la forme et la dimension des particules ont de l'influence sur la densité, l'hygroscopicité et la ténacité des terres; car on a trouvé des différences en cherchant à évaluer ces propriétés sur divers lots d'un même terrain.

(M. DE GASPARIN.)

L'inclinaison du sol par rapport au plan horizontal est également importante à considérer : on conçoit en effet que l'échauffement du sol dépend directement de cette inclinaison; elle influe, en outre, sur la stabilité des terres et sur la facilité de la culture. Le travail de la charrue ne peut s'effectuer si l'inclinaison du sol dépasse 6°.

La fraîcheur d'une terre, qualité si utile à connaître, ne peut être appréciée avec certitude en mesurant, par les méthodes exposées précédemment, les diverses propriétés physiques. Les recherches du laboratoire doivent toujours être complétées par une étude faite sur le terrain lui-même; car un terrain peu hygroscopique, mais dont le sol a peu d'épaisseur, dont le sous-sol est imperméable et l'inclinaison nulle, sera toujours humide. De même, un terrain très-coloré et paraissant devoir s'échauffer facilement, restera néanmoins froid, s'il est incliné au nord ou abrité du soleil, ou toujours humide.

ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS ARABLES.

Une analyse complète d'une terre n'est pas toujours aussi utile qu'un simple dosage des quelques principes qui constituent les sols arables, c'est-à-dire le sable, l'argile, le calcaire et l'humus. Cette dernière recherche est toujours très-importante.

On commence d'abord par déterminer l'eau que peut contenir la terre, ce qui se fait en maintenant dans une étuve chauffée de 120° à 150° un poids connu de terre humide jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids. On débarrasse en général la terre, par un criblage préalable, des graviers et de quelques débris organiques qui ne doivent pas être considérés comme faisant partie du sol arable. On peut cependant déterminer leur rapport avec la terre réelle en les pesant, puis les calcinant, afin de détruire la matière organique : le résidu fait connaître la proportion de graviers, et par une simple différence on a le poids des débris organiques.

La terre, une fois desséchée, est conservée dans un flacon, afin qu'elle n'attire pas l'humidité de l'air et qu'elle puisse servir aux opérations analytiques que nous allons indiquer.

Si l'on désire seulement connaître les proportions d'argile et de sable renfermées dans la terre à analyser, ce qui est souvent pour l'agriculteur un renseignement plus utile qu'une analyse complète, il suffit d'opérer par lévigation.

Dans ce but, on introduit un poids connu de terre desséchée dans un matras où l'on verse de l'eau chaude pour enlever les matières solubles :

en agitant vivement et en laissant reposer quelques instants, le sable se réunit au fond du vase, et une grande partie de l'argile reste en suspension dans l'eau; de sorte qu'en décantant et en réitérant cette opération jusqu'à ce que l'eau s'éclaircisse promptement après l'agitation, il ne reste dans le matras que le sable, qu'il est facile de dessécher et de peser. D'un autre côté, en réunissant et en filtrant les eaux de lavage qui retiennent l'argile en suspension, cette substance reste sur le filtre et on l'en sépare après dessiccation; il faut dessécher cette argile à une température de 140° à 150°, avant de la peser, pour la débarrasser complétement de l'eau qu'elle peut retenir.

L'argile et le sable ainsi séparés l'un de l'autre renferment encore la partie insoluble de l'humus : il suffit de les chauffer au rouge dans un creuset pour faire disparaître cette matière organique avec laquelle ils sont mélangés. La différence de poids avant et après la calcination fait connaître approximativement la proportion de substance organique contenue dans la terre.

On reconnaît la présence du calcaire dans un sol en le traitant par un acide ; on peut même doser d'une manière assez exacte ce calcaire par une méthode tout à fait semblable à celle que nous avons indiquée pour le dosage de l'acide carbonique des os. On met sur le plateau de la balance un matras contenant la terre et un flacon renfermant l'acide: versant ensuite l'acide sur la terre, on pèse de nouveau quand le dégagement a tout à fait cessé : la perte de poids donne l'acide carbonique dégagé, et l'on en déduit la quantité de carbonate de chaux contenue dans le sol à analyser.

On constate la présence de l'humus dans un sol en le traitant par une lessive alcaline; si la liqueur brunit, c'est que le sol contient de l'humus. La méthode suivie pendant longtemps pour doser l'humus consistait à calciner un certain poids de terre bien desséchée; la perte de poids indiquait la quantité d'humus. Mais l'argile pouvant perdre par la calcination une certaine quantité d'eau, le nombre trouvé est toujours trop fort.

Il vaut mieux soumettre la terre à l'analyse élémentaire, en insistant surtout sur la détermination de l'azote; la plus forte proportion d'azote indique avec une certaine probabilité les terres les plus riches en principes organiques. (M. Boussingault.)

Dans l'analyse chimique complète d'un sol arable, on sait à l'avance qu'on ne doit y rencontrer que des oxydes alcalins et terreux, du fer et quelquefois du manganèse, de la silice, et des acides carbonique, phosphorique, sulfurique et chlorhydrique; on doit suivre les procédés de dosage que nous avons fait connaître précédemment pour ces divers corps, en faisant les modifications que nécessite la présence simultanée des diverses substances qu'il faut doser séparément : les notions de chimie analytique exposées dans cet ouvrage pourront guider dans ces recherches, nous ne donnerons ici que peu de détails.

Pour la partie soluble, il suffit, après avoir pesé la quantité de sels solubles, d'en faire l'analyse qualitative.

L'analyse de la partie insoluble est plus importante; voici comment on procède :

Pour déterminer la quantité de carbonates calcaires et magnésiens, on fait bouillir avec de l'acide acétique ou de l'acide azotique faible un poids connu de terre, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement d'acide carbonique. Ayant précipité l'alumine et les oxydes métalliques, en versant de l'ammoniaque dans la liqueur filtrée, il est facile, par une addition d'oxalate d'ammoniaque, après une nouvelle filtration, de doser la chaux à l'état d'oxalate.

La magnésie est restée dans la liqueur à l'état d'acétate ou d'azotate; en évaporant à siccité et calcinant au rouge obscur, le sel de magnésie est décomposé, de sorte qu'en traitant le résidu par l'eau et filtrant, il ne reste sur le filtre que la magnésie, que l'on peut alors calciner et peser.

L'alumine est séparée des oxydes métalliques avec lesquels elle s'est précipitée lors de l'addition de l'ammoniaque, en faisant bouillir ce précipité avec une dissolution de potasse; il ne reste plus alors qu'à séparer les oxydes de fer et de manganèse par les méthodes indiquées précédemment.

Pour doser le sulfate de chaux, qui existe souvent, comme nous l'avons vu, dans les sols arables, on emploie avec avantage le procédé suivant : 100 grammes de terre préalablement grillée pour la débarrasser de l'humus sont maintenus en ébullition avec un demi-litre d'eau distillée, en ayant soin d'agiter et de remplacer l'eau qui s'évapore; au bout de quelque temps, après avoir filtré, lavé la terre, on réduit par l'évaporation la liqueur à 1 ou 2 décilitres; ajoutant alors un égal volume d'alcool, le sulfate de chaux se précipite. Ce sel est recueilli sur un filtre, lavé avec de l'alcool faible et pesé après calcination.

(M. Boussingault.)

On trouve presque toujours des phosphates dans le sol; leur présence paraît même indispensable à la fertilité. Il est donc très-important pour l'agriculteur de doser la quantité de phosphates que contient un sol, afin de voir s'il est nécessaire d'y introduire ou non un engrais phosphaté. Ce dosage se fait par la méthode suivante. On traite 20 grammes environ de terre épierrée par l'acide azotique, qui enlève tout ce qui est soluble dans cet acide, et par conséquent les phosphates; ayant fait bouillir avec l'acide, on étend d'eau et l'on filtre. La liqueur est évaporée à siccité, et le résidu est traité par de l'alcool additionné de quelques gouttes d'acide azotique. On emploie l'alcool afin de séparer le sulfate de chaux qui peut avoir été dissous : en versant dans la dissolution alcoolique filtrée de l'acétate de plomb, l'acide phosphorique se précipite à l'état de phosphate de plomb et peut être dosé. (M. Malaguti.)

Si l'on veut doser la silice, il faut traiter, dans un creuset d'argent,

une certaine quantité de terre bien pulvérisée, par trois fois son poids de potasse, et chauffer le mélange jusqu'à ce qu'il forme une pâte liquide. On reprend par l'acide chlorhydrique faible qui dissout le contenu du creuset ; on évapore à sec pour chasser l'excès d'acide, et l'on traite par l'eau, qui dissout les chlorures en laissant la silice isolée. Cette substance peut alors être recueillie sur un filtre, desséchée et pesée.

Nous donnerons ici les résultats d'analyses de sols arables, en indiquant en général leur provenance, et la dénomination usuelle que les agriculteurs emploient.

SOLS SABLONNEUX.

Terres à seigle.

Sable	90	95,00	97,5
Argile	9	4,00	2,8
Humus	1	0,75	8,5
	100	99,75	100,0

(MM. Thaer et Einhoff.)

Terres d'Angleterre.

	Middlesex.	Worcestshire.	Tiviot.
Sable siliceux et gravier	60,0	60,9	83,3
Silice	12,8	16,4	7,0
Alumine	11,6	14,0	6,8
Carbonate de chaux	11,2	5,6	0,7
Oxyde de fer	»	1,2	0,8
Sels et matières organiques	4,4	2,8	1,4
	100,0	100,0	100,0

(Humphry Davy.)

Terres à lin de Belgique.

	Escamoffles.	Hammerog.
Sable	84,06	86,80
Argile	9,28	5,76
Acide sulfurique	0,02	0,01
Acide phosphorique	0,15	0,06
Potasse	0,12	0,07
Soude	0,15	0,11
Chaux	0,23	0,48
Magnésie	0,15	0,14
Oxydes de fer et de manganèse	0,66	1,20
Chlorure de sodium	0,03	0,07
Matières organiques et eau non dégagée à 100°	2,36	4,21

(M. R. Kane.)

Sols sablo-argileux.

	Terres à orge.			*Terres à avoine.*		*Terre à seigle.*
	1re classe.	2e classe.	3e classe.			
Sable.....	60	65	70	75,0	80,0	85
Argile....	38	33	28	23,5	18,5	14
Humus ...	2	2	2	1,5	1,5	1
	100	100	100	100,0	100,0	100

(MM. Thaer et Einhoff.)

Terre arable des bords du Nil.

Silice.....	47,39
Alumine	32,10
Carbonate et crénate de chaux.....	2,02
Peroxyde de fer.....	11,20
Matières végétales.....	6,90
	99,61

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terre de Lieuwain (haute Normandie).

Sable siliceux très-fin.....	50,0
Alumine.....	16,0
Chaux.....	12,5
Sels, fibres végétales.....	7,
Humus.....	2,5
Eau	12,0
	100,0

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terres du Sénégal.

	Raweï.	Doukit.	Diague.	Roso.	N'Dick.
Sable siliceux et silice.....	87,0	72,0	89,0	78,0	91,0
Alumine.....	3,6	10,0	3,0	7,0	1,8
Carbonate de chaux.....	3,4	8,0	3,6	5,2	3,0
Oxyde de fer.....	traces	traces	0,5	traces	0,5
Humus et eau.....	4,4	10,0	3,6	9,0	3,0
Perte.....	1,6	»	0,3	0,8	0,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(M. Laugier.)

Terre d'Ormesson.

Sable quartzeux à gros grains	15,0	Sable..	56,5
Sable quartzeux très-fin	41,5		
Silice combinée	21,0	Argile.	31,6
Alumine	10,6		
Carbonate de chaux	0,5		
Oxyde de fer	4,4		
Matières organiques et eau	6,3		
	100,0		

Terre de Saint-Germain de Laxis.

Sable quartzeux à gros grains	10,0	Sable..	77,3
Sable quartzeux très-fin	67,3		
Silice combinée	10,0	Argile.	15,0
Alumine	5,0		
Carbonate de chaux	0,5		
Oxyde de fer	3,6		
Matières organiques et eau	3,6		
	100,0		

(M. Berthier.)

Alluvion de la Loire.

Sable siliceux	32
Argile	31
Sable calcaire	11
Carbonate de chaux	19
Débris de végétaux	7
	100

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terre du Jura.

Sable siliceux	63,0
Argile	33,3
Sable calcaire	1,2
Terre, humus	1,2
Perte	1,3
	100,0

(M. Schubler.)

Sols sable-humifères

Terre de prairies.		*Riche terre à orge.*	
Sable	49	Sable	67
Humus	27	Humus	10
Argile	14	Argile	20
Calcaire	10	Calcaire	3
	100		100

(MM. Thaer et Einhoff.)

Terres de bruyère.

	Courtins.	Palaiseau.
Sable et argile	89	80
Matières organiques	10	20
Eau	1	»
	100	100

(M. Berthier.)

SOLS ARGILEUX.

Terre d'Ormesson.		*Terres du Puiseaux.*		
Argile	75	Argile	54	57
Sable quartzeux	17	Sable quartzeux	11	26
Carbonate de chaux	3	Carbonate de chaux	15	4
Oxyde de fer	5	Oxyde de fer	6	5
»	»	Eau	14	8
	100		100	100

(M. Berthier.

Riches terres à froment.

Argile	74,0	81,0	79,0
Sable	10,0	6,0	10,0
Calcaire	4,0	4,0	4,0
Humus	11,5	8,5	6,5
	99,5	99,5	99,5

(MM. Thaer et Einhoff.)

Terre végétale des marais de la Charente-Inférieure.

	I.	II.
Argile	77,7	73,8
Carbonate de chaux	5,0	9,0
Oxyde de fer	5,5	5,5
Eau et matières organiques	11,8	11,7
	100,0	100,0

(M. Berthier.)

Sols argilo-ferrugineux.

Terre d'une île de la Seine, en amont de Rouen.

Argile	34,60
Sable	18,05
Peroxyde de fer	16,02
Calcaire et carbonate de magnésie	12,18
Carbonate, chlorure, sulfate alcalins / Sels de magnésie, humus soluble	0,85
Humus insoluble	17,30
Débris organiques	1,00
	100,00

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terre franche de Clamart.

Argile sablonneuse	57,0
Argile fine	33,0
Gros sable siliceux	7,4
Graviers calcaires	1,0
Carbonate de chaux divisé	0,6
Débris de végétaux	0,5
Terreau	0,5
	100,0

(M. Boussingault.)

Terre de Cuba.

Silice	33,6	Argile.	50,6
Alumine	17,0		
Carbonate de chaux	8,0		
Oxyde de fer	14,0		
Oxyde de manganèse	1,0		
Eau et matières organiques	25,0		
	98,6		

(M. Berthier.)

Sols argilo-sablonneux.

Loam, terre riche.

Argile	58
Sable	36
Calcaire	2
Humus	4
	100

Terre à froment.

Argile	60	48	68
Sable	38	50	30
»	»	»	»
Humus	2	2	2
	100	100	100

(MM. Thaer et Einhoff.)

Terre forte des environs de Bernay (Eure).

Argile (un peu ferrugineuse)	34
Sable	32
Calcaire Oxyde de fer Débris de végétaux	9
Eau	25
	100

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terre franche très-fertile de la vallée d'Auge (Calvados).

Argile (un peu magnésienne)	40,0
Sable	25,0
Chaux et humus	12,5
Oxyde de fer Débris de végétaux	2,5
Eau	20,0
	100,0

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terres à garance.

	Bonne.	Mauvaise.
Argile	53,5	73,0
Sable	42,7	23,0
Calcaire	2,3	3,5
Humus	3,4	1,5
	101,9	101,0

(M. de Gasparin.)

Terre pourrie des environs de Melun.

Argile	44,4
Sable	39,8
Carbonate de chaux	1,5
Oxyde de fer	4,7
Matières organiques	6,0
Eau	3,6
	100,0

(M. Berthier.)

Terre de jardin.		*Terre d'Hoffwyll.*	
Argile	52,4	Argile	51,2
Sable	36,5	Sable	42,7
Sable calcaire	1,8	Sable calcaire	0,4
Terre calcaire	2,0	Terre calcaire	2,3
Humus	7,3	Humus	3,4
	100,0		100,0

(M. Schubler.)

Sols argilo-calcaires.

Limon du Nil.		*Terre de Marmarosch (Hongrie).*	
Argile	48	Argile	46,5
Silice	4	Chaux	21,0
Carbonate de chaux	18	Oxyde de fer	1,0
Carbonate de magnésie	»	Acide chlorhydrique	1,0
Oxyde de fer	6	Acide fluorhydrique	1,0
Terreau	9	Acide phosphorique	1,0
Eau	11	Eau	28,5
	100		100,0
(M. Regnault.)		(Pelletier.)	

Terre de Parigny (Nièvre).		*Argiles marneuses.*		
Argile	60,8	68	60	64
Calcaire	18,0	10	11	9
Carbonate de magnésie	»	3	4	5
Oxyde de fer	4,0	2	3	3
Sable	5,0	17	22	19
Eau	11,0	»	»	»
	98,8	100	100	100

(MM. Girardin et Du Breuil.)

Terre de Puiseaux (Loiret).

Silice combinée	45,4	Argile. 54,7
Alumine	9,3	
Carbonate de chaux	37,0	
Oxyde de fer	2,0	
Eau et matières organiques	6,3	
	100,0	

(M. Berthier.)

SOLS CALCAIRES.

Terres à blé.

	Bonne.	Médiocre.	Mauvaise.
Calcaire	50,0	92,5	55,5
Argile	48,0	6,0	43,5
Sable	2,0	1,5	1,0
Humus	0,4	7,5	2,5
	100,4	107,5	102,5

(M. DE GASPARIN.)

Terre d'Aufferville.

Carbonate de chaux	56,8
Sable	17,9
Argile	18,9
Oxyde de fer	1,4
Eau et matières organiques	5,0
	100,0

Terre à safran.

Carbonate de chaux	37,0
Sable	26,8
Argile	27,9
Oxyde de fer	2,0
Eau et matières organiques	6,3
	100,0

Terre de curage du canal de Nemours.

Carbonate de chaux	41,4
Sable	30,2
Argile / Oxyde de fer	20,5
Eau et matières organiques	7,9
	100,0

(M. BERTHIER.)

	Terre de Bromerolles.	*Terres de Pomard.*	
Calcaire	71,6	45,0	58,5
Sable	4,6	29,9	22,4
Argile	22,5	15,3	11,7
Oxyde de fer hydraté	1,3	9,8	7,4
	100,0	100,0	100,0

(M. BERTHIER.)

Terre de Mallemont.		*Terre de l'Isle.*	
Carbonate de chaux...	37,0	Carbonate de chaux...	47,5
Carbonate de magnésie.	1,0	»	»
Sable...	20,0	Sable	34,0
Argile.....	30,5	Argile.....	11,0
Oxyde de fer.....	6,0	Oxyde de fer.....	3,5
Matières organiques....	1,6	Matières organiques.. }	4,0
Eau	3,9	Eau..... }	
	100,0		100,0

(M. Berthier.)

Sols crayeux.

Terre des côtes d'Angleterre.

Carbonate de chaux	98,57
Phosphate de chaux.....	0,14
Phosphate de magnésie.....	0,38
Oxydes de fer et de manganèse.....	0,14
Silice	0,64
Alumine.....	0,16
	100,00

(M. Schweitzer.)

Terre de Brimont, près Reims.

Carbonate de chaux.....	66,7
Sable siliceux	27,8
Phosphate de chaux.....	2,0
Alumine.....	2,0
Oxyde de fer hydraté.....	2,3
	100,8

(M. Barruel.)

Sol marneux.

Carbonate de chaux.....	42,5
Carbonate de magnésie.....	1,0
Argile.....	34,5
Sable	7,0
Oxyde de fer.....	4,0
Eau.....	11,0
	100,0

(M. Berthier.)

SOLS HUMIFÈRES.

Terreau.

	Luxembourg.	Jardin des plantes.		Marché aux Fleurs.
Matières organiques	47,0	16,0	28,8	24,0
Gros sable quartzeux	»	27,0	30,0	20,0
Gros sable calcaire	»	»		
Sable quartzeux fin, et argile	26,5	27,0	21,3	28,0
Silice gélatineuse	4,0	3,6	2,9	3,4
Carbonate de potasse	»	0,6	»	»
Carbonate de chaux	14,0	18,4	16,5	21,0
Carbonate de magnésie	1,5	0,7	traces	traces
Phosphate de chaux	5,5	4,4	4,1	3,6
Sulfate de chaux	»	»	0,4	»
Phosphate de fer	1,5	2,3	1,0	»
	100,0	100,0	100,0	100,0

(M. Berthier.)

Nous avons examiné jusqu'à présent les sols arables, tels que la nature nous les présente; nous avons donné également les moyens de reconnaître leurs propriétés physiques, et de déterminer leurs principes constituants : cette étude démontre que les différents sols sont loin d'être également avantageux pour la culture; il faut donc en général améliorer les terres afin de les préparer aux pratiques agricoles, et obtenir des récoltes aussi abondantes et aussi renouvelées que possible.

Nous n'avons pas à nous occuper ici des pratiques agricoles proprement dites, telles que le *labour*, et les autres opérations qui rendent le sol plus *meuble*. Nous parlerons seulement des moyens employés pour prévenir la sécheresse et l'humidité du sol; de la nécessité de faire varier les récoltes successives sur un même terrain; enfin de l'introduction dans le sol de certaines matières qui agissent, soit par leurs propriétés physiques, comme les *amendements*, soit par leur composition chimique, comme les *engrais*.

IRRIGATIONS.

Pour que les végétaux puissent se développer dans un sol, il est nécessaire que celui-ci conserve toujours une certaine quantité d'eau, qui ne doit pas être moindre que le dixième du poids du sol. Or, il arrive, en général, pendant les grandes chaleurs de l'été, époque à laquelle l'évaporation enlève si activement aux parties vertes des plantes une grande quantité d'eau, que le sol se dessèche presque complétement et ne peut plus fournir aux racines l'eau nécessaire à l'entretien de la végétation,

de sorte que les plantes se dessèchent et périssent promptement. Il est donc indispensable de donner artificiellement aux terrains trop secs l'eau qui doit y maintenir une humidité convenable : c'est là le but des *irrigations*, qui ne sont autre chose qu'un arrosement pratiqué sur une grande échelle et dans les meilleures conditions possibles.

Les irrigations ne sont pas également convenables pour toutes les cultures, et ne peuvent pas être employées pour tous les terrains. Un des effets principaux de cette pratique agricole est de déterminer le développement des tiges et des feuilles au détriment des graines; on ne l'applique guère qu'aux prairies. D'un autre côté, il faut que le sol soit assez perméable pour que les effets de l'irrigation se fassent sentir : si le sous-sol était argileux, par exemple, il s'opposerait à l'écoulement de l'eau, et, au lieu d'améliorer le terrain, il le transformerait en sol marécageux.

Les sols tourbeux gagnent beaucoup à être irrigués; mais il faut que les irrigations soient fréquemment répétées, et que l'on fasse écouler rapidement, après un court séjour sur la terre, l'eau, qui enlève ainsi une grande partie des principes acides et astringents de ces sols.

Les travaux à effectuer pour établir un système d'irrigations varient selon la position du terrain, mais se ramènent toujours aux principales dispositions que nous allons indiquer sommairement. Il faut d'abord emprunter à un cours d'eau voisin l'eau qui doit être répandue sur le terrain : pour cela on opère un barrage complet ou partiel de ce cours d'eau, après avoir creusé un *canal de dérivation* dans lequel on fait arriver le liquide, qui ne peut plus s'écouler au delà du barrage. Lorsque la situation du terrain le permet, on dirige cette eau sur les lignes culminantes, afin que l'écoulement se fasse naturellement sur toute la surface à irriguer. Si l'on ne peut opérer ainsi, ou si le terrain est presque horizontal, on le divise en plusieurs parties, ou *planches*, auxquelles on donne alternativement des pentes dans un sens et dans le sens opposé, afin que les eaux, après s'être répandues sur ces plans inclinés artificiels, s'écoulent par un canal de décharge creusé à la partie la plus basse du terrain.

Enfin, on établit quelquefois des systèmes plus compliqués, mais aussi plus avantageux, surtout si l'on opère sur une grande étendue de terrain ayant une pente assez légère. Dans ce cas, on établit des *rigoles principales* qui doivent être dirigées suivant les horizontales du terrain, et qui partent du canal de dérivation; le terrain se trouve ainsi partagé en bandes à peu près parallèles. L'eau arrive dans la rigole principale qui occupe la ligne la plus élevée; elle vient arroser la partie du terrain comprise entre les deux premières rigoles principales, en pénétrant dans des *rigoles secondaires* qui partent de la première rigole principale dans une direction perpendiculaire, c'est-à-dire suivant la pente du terrain; ces rigoles secondaires s'arrêtent, en diminuant peu à peu de largeur, à une certaine distance de la seconde rigole principale. Il faut que l'eau

qui arrose ainsi cette première partie du terrain soit enlevée. Ce but est rempli par un système de rigoles secondaires dites *rigoles d'écoulement*, qui, placées entre les *rigoles d'irrigation* dont nous venons de parler, et prenant leur origine à une certaine distance de la première rigole principale, viennent déboucher dans la seconde rigole principale; de celle-ci partent de même des rigoles secondaires d'irrigation conduisant les eaux qui doivent arroser la seconde portion du terrain, et qui sont ramenées par d'autres rigoles d'écoulement dans la troisième rigole principale, et ainsi de suite. Ce système porte le nom d'*irrigation par reprise d'eau.*

On distingue trois manières de conduire l'arrosement auquel doivent servir les travaux que nous venons d'indiquer.

L'*irrigation proprement dite* consiste à faire couler assez rapidement, à la surface du sol, une couche mince d'eau; elle se pratique au printemps. On répète l'opération trois ou quatre fois : la première fois l'irrigation dure dix à douze jours, la seconde trois jours, et la dernière un jour seulement. On conçoit que les prairies auxquelles est appliqué ce système doivent recevoir une assez grande quantité d'engrais, car l'eau enlève une partie de leurs principes efficaces.

Dans l'*irrigation par infiltration*, l'eau n'arrive pas à la surface du sol; elle reste dans les rigoles à $0^m,16$ environ au-dessous, et s'infiltre de là dans les parties inférieures du sol. L'irrigation par infiltration ne peut s'appliquer qu'à un terrain spongieux et avide d'humidité; elle exige un grand volume d'eau, car il est important que l'eau reste au même niveau dans les rigoles pendant plusieurs semaines.

On améliore quelquefois un sol avant de le livrer à la culture en lui appliquant la troisième méthode, l'*irrigation par submersion*. Dans ce cas il n'y a pas lieu d'effectuer de travaux préalables; il suffit d'entourer la prairie de petites digues destinées à retenir la couche d'eau qu'on fait arriver sur le terrain en la laissant s'élever le plus possible. Il est avantageux d'employer alors de l'eau très-chargée de limon et de matières fertilisantes, qui doivent être cédées à la terre; cette eau reste stagnante sur le sol, jusqu'à ce qu'elle commence à se putréfier; on la fait alors écouler très-promptement et aussi complétement que possible.

Qualité des eaux propres aux irrigations. — Ce n'est que pour le dernier mode d'irrigation que nous venons de décrire qu'il faut employer une eau limoneuse; il est préférable dans les autres cas que l'eau soit assez limpide; néanmoins, lorsque, pour l'irrigation proprement dite, on rassemble les eaux dans un réservoir avant de les distribuer, on y mélange quelquefois des engrais solubles pour augmenter leur action fertilisante, et remplacer ce que l'eau enlève aux engrais du sol lui-même. En général, les eaux d'irrigation produisent des effets d'autant plus fécondants, que les terrains d'où elles proviennent, ou qu'elles ont traversés, diffèrent davantage, par leur composition chimique, du sol qu'elles doivent arroser (M. de Caumont). Ce résultat s'explique par l'observation que

nous avons déjà faite sur l'avantage de réunir dans un même terrain les divers principes constituants des sols.

On constate néanmoins des différences notables dans les résultats produits par des irrigations faites avec des eaux dont les sources sont voisines et dans des sols à peu près identiques. MM. Chevandier et Salvétat, dans les recherches qu'ils ont publiées sur les eaux employées à l'irrigation, établissent que cette différence ne tient ni aux matières minérales, ni même à la masse des matières organiques dissoutes dans les eaux; mais que les propriétés fertilisantes semblent tenir à la proportion d'azote, et au rapport de l'azote et du carbone contenus dans ces matières organiques; enfin, qu'une eau fertilisante se rapproche beaucoup d'une eau de fumier très-étendue.

DRAINAGE.

La nature présente rarement des terrains réunissant toutes les conditions nécessaires pour une bonne culture, et si l'utilité des irrigations pour des terrains trop secs est incontestable, il est facile de comprendre la nécessité de faire écouler l'eau stagnante des terrains trop humides. Quand il s'agit de terrains tout à fait marécageux, cela est surtout d'une grande importance, non-seulement au point de vue de l'agriculture, mais encore pour la salubrité publique des localités où se trouvent ces marais.

Les procédés de desséchement des marais consistent, en général, à amener les eaux à la surface du sol en creusant plusieurs fossés, légèrement inclinés suivant la pente du terrain, et venant aboutir au point le plus bas; on fait ensuite écouler ces eaux, à moins que le niveau du sol environnant ne soit plus élevé; dans ce cas, on les fait arriver dans un puits absorbant appelé *boitout*, où les eaux se perdent par infiltration.

Si l'état marécageux du terrain est dû au voisinage d'un cours d'eau dont le niveau est supérieur à celui du marais, on se borne à entourer le terrain d'un fossé, ayant une pente convenablement dirigée, qui reçoit l'eau d'infiltration et la fait écouler. C'est encore à peu près le même procédé qu'on emploie si l'on veut dessécher un vaste marais produit par l'élévation du sol environnant. On construit avec la terre qu'il faut enlever pour creuser le fossé de ceinture, comme dans le cas précédent, une digue qui doit reposer sur une couche imperméable du sol; le fossé, situé à l'intérieur de la digue, amène les eaux intérieures dans un puits absorbant, ou bien, si elles sont trop abondantes, dans un réservoir d'où on les extrait au moyen de machines à épuisement, telles que les norias ou les vis d'Archimède.

Les marais ne sont pas les seuls terrains où il y ait lieu de prévenir les effets nuisibles d'une trop grande humidité. Toutes les fois que l'on a un sol fortement argileux pour sol labourable, ou bien lorsqu'au-dessous de celui-ci se trouve un sous-sol argileux, qui présente à l'écou-

lement des eaux une espèce d'imperméabilité, le sol arable devient humide et froid. Cette circonstance enlève souvent à la culture des sols de bonne qualité qu'on ne peut cultiver et faire produire qu'à des époques de l'année très-avancées; les prairies ne donnent plus alors qu'une herbe âcre, dure, peu succulente, et souvent mélangée de plantes impropres à la nourriture des animaux.

Pour prévenir les effets de cette imperméabilité, on a d'abord pratiqué à la surface du sous-sol de petits fossés remplis de cailloux, qu'on recouvrait ensuite de terre, et qui étaient destinés à laisser écouler l'excès d'eau du sol arable, et à faire ainsi l'office d'un sol perméable. Mais il arrive souvent que les interstices laissés entre les cailloux se remplissent de terre, s'obstruent en partie, et que l'écoulement de l'eau ne s'opère qu'imparfaitement. Aussi, plus tard, employa-t-on de préférence de petits canaux souterrains formés de fascines ou de gazons soutenus par de grosses branches d'arbres. Enfin, cette pratique agricole se régularisa en Angleterre et en Écosse, telle qu'on la suit encore aujourd'hui sous le nom de *drainage* (de l'anglais *to drain*, sécher). Les conduits sont formés, soit par des tuiles demi-cylindriques, dites *tuiles à drains*, reposant sur des tuiles plates, appelées *semelles*, soit plutôt par des tuyaux de terre cuite communiquant les uns avec les autres. L'eau s'introduit à travers les joints qui existent entre les extrémités des tuyaux, et s'écoule d'une manière continue.

Les effets du drainage sont nombreux et très-importants. L'eau stagnante, restant en contact avec le sol, s'amasse bientôt, et s'écoule à sa surface en entraînant les principes solubles et efficaces des engrais et de la terre elle-même. En outre, l'évaporation de cette eau produit un abaissement considérable de température, et ce refroidissement du sol n'est pas un des moindres inconvénients que le drainage a pour but de prévenir. La présence de cette eau empêche enfin l'accès de l'air atmosphérique autour des racines des plantes; le drainage, au contraire, en faisant écouler cette eau, détermine dans l'intérieur même du sol un courant d'air qui se renouvelle lorsque les pluies arrivent à la surface, car elles entraînent avec elles, en s'infiltrant dans le terrain, une nouvelle quantité d'air atmosphérique. La nécessité de renouveler ainsi l'air autour des racines des plantes a été clairement établie comme nous l'avons vu par les expériences de MM. Boussingault et Lévy sur l'air confiné dans la terre végétale.

Pour arriver à ce desséchement, dont nous venons de démontrer l'importance, on établit un *réseau* de drains comprenant un système de tuyaux de divers diamètres appelés *petits drains*, *drains principaux*, ou *collecteurs* du premier ordre, du second ordre, et ainsi de suite, les collecteurs de chaque ordre recevant les eaux de ceux de l'ordre inférieur. Il faut commencer par ouvrir des tranchées au fond desquelles on place les tuyaux de drainage. Les tranchées où sont disposés les petits drains doivent être creusées les premières; on les dirige suivant les lignes de

plus grande pente du terrain pour faciliter l'écoulement de l'eau. La profondeur et l'écartement de ces petits drains ne peuvent être fixés d'une manière absolue; aussi trouve-t-on des systèmes tout à fait opposés. L'ingénieur anglais Smith conseille de n'écarter les drains que de 6 mètres à 8 mètres, et de leur donner seulement 0m,80 de profondeur; tandis qu'un autre ingénieur, Parkes, prescrit de les écarter de 13 à 20 mètres, en leur donnant 1m,33 de profondeur. Le premier de ces systèmes est avantageux dans le cas où l'on rencontre un sous-sol imperméable à 0m,80 de profondeur, tandis qu'il faut préférer le second si le sol comprend une couche très-perméable de 2 mètres environ. En moyenne, on place les drains à 1m,20 de profondeur et à 9 ou 10 mètres environ de distance les uns des autres.

Les tranchées où l'on doit placer les petits drains, étant une fois établies, on creuse celles qui recevront les collecteurs du premier ordre. Celles-ci doivent être plus profondes que les premières et dirigées suivant les horizontales inférieures des différentes portions du terrain où se trouve un système de petits drains ayant une direction spéciale. On creusera ensuite des tranchées pour les collecteurs du second ordre, s'il y a lieu, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on puisse réunir dans un seul collecteur les eaux qui proviennent des collecteurs de l'ordre inférieur; le dernier collecteur sera donc dirigé suivant la ligne de thalweg du terrain.

La communication des drains avec les collecteurs se faisant par des tuyaux auxiliaires qui ne doivent pas avoir une très-grande inclinaison, il y aura lieu, dans certains cas, de modifier la disposition ordinaire. Le terrain peut offrir, par exemple, une grande différence de niveau entre deux parties où sont situés deux collecteurs dépendants l'un de l'autre, ou sur le parcours d'un même collecteur; on construit alors ce qu'on appelle un *regard* : c'est un puits circulaire avec un revêtement intérieur de maçonnerie, dans lequel viennent déboucher à différentes hauteurs les drains qu'on ne peut faire communiquer autrement, et les eaux s'écoulent par un tuyau situé au niveau du fond du regard.

Il faut avoir soin, quand on fait ouvrir les tranchées, de commencer le travail par la partie la plus basse, et d'aller toujours en remontant, afin que les eaux qui peuvent arriver dans les tranchées s'écoulent constamment et avec facilité.

Il ne reste plus qu'à placer les tuyaux de drainage au fond des tranchées, et cette pose se fait en allant de l'amont à l'aval, afin que les tuyaux ne se remplissent pas d'eaux bourbeuses, qui pourraient les obstruer en partie.

On remplit enfin les tranchées, en y rejetant la terre qu'on a extraite du sol pour les creuser, en ayant soin de la tasser à mesure qu'on la jette dans la tranchée.

Les tuyaux qu'on emploie pour le drainage se fabriquent avec des argiles qu'il faut débarrasser avec soin des graviers et des corps étran-

gers qui peuvent s'y trouver. Si, par exemple, il s'y rencontrait du carbonate de chaux, la cuisson le transformant en chaux vive, cette chaux, en absorbant l'eau, s'échaufferait, se délitcrait, et pourrait occasionner la rupture du tuyau.

Les tuyaux ne doivent pas être trop poreux, car la gelée les ferait éclater : on doit s'assurer qu'ils n'absorbent pas plus de 15 pour 100 de leur poids d'eau, en les laissant plongés dans ce liquide pendant dix heures environ; en outre, au bout de ce temps, l'absorption d'eau ne doit plus augmenter. On emploie quelquefois un autre procédé pour voir si les tuyaux ont une résistance suffisante pour ne pas craindre l'effet de la gelée : on les imbibe d'une dissolution saturée de sulfate de soude, et on les abandonne à l'air. Le tuyau ne doit pas se briser.

On doit choisir la belle saison pour faire les travaux nécessaires à l'établissement d'un système de drainage : on a moins à craindre à cette époque les dégâts qu'occasionneraient des pluies survenant pendant les travaux; la terre est en outre plus sèche, et l'on peut laisser les tranchées ouvertes pendant quelques jours, ce qui, en chauffant et en aérant le sol, constitue un avantage réel.

ASSOLEMENTS.

Si l'on emploie d'une manière continue une certaine étendue de terrain à la même culture, on voit bientôt les récoltes diminuer de valeur, et l'on reconnaît, au contraire, qu'il est très-avantageux de faire succéder sur un même terrain des cultures différentes. Cette pratique, universellement adoptée aujourd'hui, a reçu le nom d'*assolement*, et l'on appelle *rotation* le mouvement cultural qui fait succéder périodiquement sur un même sol une série de récoltes différentes.

En considérant les analyses nombreuses que nous avons données des cendres des végétaux, on est conduit, par la diversité même de leur composition, à conclure que chaque plante épuise le sol d'une manière spéciale, de sorte que, en faisant succéder dans un certain ordre les différentes cultures, on peut conserver plus longtemps le sol productif. Néanmoins cette influence des assolements serait très-faible si l'on opérait sur un sol privé d'engrais, et d'où l'on enlèverait avec soin ce que les diverses cultures peuvent y introduire. C'est que le sol s'enrichit après chacune des phases de la rotation des débris qu'y a laissés le végétal de cette phase. Aussi l'ordre à suivre dans la rotation est très-important. Une plante, dont les organes aériens sont très-développés, comme la pomme de terre, par exemple, emprunte surtout à l'air atmosphérique les éléments qui lui sont nécessaires; il sera donc convenable de faire succéder à cette récolte celle du froment, qui emprunte très-peu à l'air et presque tout au sol, auquel on a restitué d'ailleurs, par l'enfouissement des fanes de pommes de terre, une partie des éléments que cette plante lui avait enlevés.

En un mot, il faut toujours faire succéder une plante très-épuisante à une plante qui l'est fort peu. L'étude approfondie des assolements a fait supprimer dans plusieurs pays la *jachère,* qui consistait à faire produire au sol deux récoltes de céréales et à le laisser improductif une troisième année. Pendant cette année de repos, on donnait à la terre plusieurs labours pour enfouir les mauvaises herbes, et l'on fumait pour restaurer les terres épuisées par les récoltes de céréales.

On reproche, avec juste raison, à ce mode de culture, de laisser improductif le tiers des terres arables, lorsque ces mêmes terres peuvent être cultivées utilement, puisqu'elles laissent pousser des plantes de mauvaise qualité. On substitue maintenant quelquefois à la jachère morte une culture de plantes légumineuses, qui comporte des sarclages et qui permet ainsi d'extirper les mauvaises herbes. Toutefois, dans beaucoup de contrées où la terre n'a pas une grande fécondité et où les récoltes sarclées ne payent pas les dépenses qu'elles occasionnent, la jachère est encore un excellent moyen de restituer au sol la fécondité qu'il a perdue et qu'on ne peut lui rendre par beaucoup de fumier; c'est aussi le moyen le plus économique d'expulser les plantes parasites.

On introduit souvent dans la rotation le *trèfle,* comme *plante améliorante;* cette plante sert d'abord à la nourriture des bestiaux, et la dernière coupe de l'année est enfouie dans le sol, afin d'augmenter ainsi la fertilité. Mais, comme nous l'avons dit, en parlant de l'utilité des assolements, si l'on perpétuait sur un sol la culture du trèfle, les récoltes iraient toujours en diminuant : le trèfle agit comme plante améliorante par rapport à une culture différente qui le suit; mais il enlève lui-même au sol certains principes minéraux. Il faut donc y faire succéder une plante qui n'exige pas ces mêmes principes.

Cette considération de la composition des cendres des plantes est générale dans tous les assolements. Après avoir récolté sur un terrain une plante riche en principes alcalins, il faut y cultiver une plante renfermant une forte proportion de silice. (M. Malaguti.)

Nous terminerons l'étude des assolements en donnant les formules des rotations suivies aux deux fermes-écoles françaises de Grignon et de Grand-Jouan.

GRIGNON.	GRAND-JOUAN.
1° Pommes de terre.	1° Choux.
2° Blé de printemps.	2° Sarrasin.
3° Trèfle.	3° Froment.
4° Froment.	4° Avoine d'hiver.
5° Fèves.	5° Trèfle et ray-grass.
6° Colza.	6° Pâturages.
7° Blé.	
8° Fourrages divers.	

AMENDEMENTS.

La valeur d'un sol arable variant avec les proportions relatives des éléments qui le constituent, on comprend qu'il est possible de modifier avantageusement la nature d'une terre, en y introduisant les éléments qui y manquent ou qui y sont en trop faible quantité. Ainsi, dans un terrain trop sablonneux, il faut introduire du calcaire ou de l'argile, et presque toujours l'un et l'autre; une terre trop forte, au contraire, doit recevoir du sable, et surtout du calcaire. En un mot, il faut toujours chercher à établir, dans un sol, des proportions convenables de ces trois éléments principaux : sable, argile et calcaire; on arrive à ce but au moyen des *amendements*.

Les amendements peuvent être *siliceux*, *argileux* ou *calcaires*.

Certaines terres sont améliorées par l'introduction de graviers ou de sable fin : ainsi, dans quelques départements (Ain, Saône-et-Loire, Jura), une partie des terres trop tenaces a été modifiée par l'addition d'une certaine quantité de sable; mais cette opération a l'inconvénient d'introduire dans le sol une substance presque inerte, ne contenant pas de substances organiques, et qu'il faudrait en quelque sorte *azoter* par son séjour dans les écuries ou dans les cours de ferme.

L'argile pure s'emploie quelquefois pour augmenter la consistance des terres; nous avons déjà indiqué, en traitant des sols d'argile pure, la manière d'utiliser ce sol pour le *colmatage*. L'argile, calcinée, est mélangée aux terres très-fortes, en Angleterre et en Écosse, dans la mesure de 270 à 340 hectolitres par hectare (M. Caillat). Cette opération se fait avec assez d'économie, lorsqu'on peut faire servir à la calcination de l'argile les végétaux qui ont poussé sur le sol même, comme nous le verrons en parlant de l'*écobuage*. L'argile, ainsi préparée, peut encore agir à la manière du sable et du calcaire sur les terres tenaces, et si la calcination n'a pas été trop vive, elle conserve assez de porosité pour absorber quelques-uns des principes fertilisants de l'atmosphère.

Les amendements calcaires, qui sont plus importants que les précédents, par suite de leur emploi très-répandu, comprennent la chaux, la marne et les sables de mer, presque tous très-riches en carbonate de chaux.

CHAULAGE.

La chaux qu'on doit employer comme amendement est la chaux grasse; celle-ci se délite beaucoup en absorbant l'humidité de l'atmosphère et du sol, et acquiert ainsi une grande ténuité, qui est la cause principale de son action mécanique comme divisant. Pour obtenir de bons résultats, il faut favoriser autant que possible cet état de division : aussi doit-on chauler avec de la chaux fraîchement calcinée ou conservée à l'abri de l'eau hygrométrique; sans cette précaution, on multiplie-

rait inutilement les frais de transport, car l'hydrate de chaux contient un cinquième d'eau. Il faut s'abstenir, en outre, de chauler par un temps humide, car alors la chaux se grumelle; sa répartition est beaucoup plus difficile; elle absorbe moins promptement l'acide carbonique; elle conserve plus longtemps sa causticité, et elle peut dans cet état exercer une influence fâcheuse sur les racines des plantes. C'est ordinairement à la fin de l'été, lorsque les terres sont sèches, qu'on procède au chaulage. Pour certaines cultures, telles que celles de la betterave et de la pomme de terre, on chaule avant la plantation.

Pour incorporer la chaux vive dans un sol, on en forme des tas de 22 à 30 litres, espacés de 5 à 6 mètres. Lorsqu'elle est réduite en poudre impalpable par l'hydratation, on l'étend aussi régulièrement que possible avec des pelles; on achève la répartition en faisant passer la herse sur le terrain chaulé et en le soumettant à quelques légers labours.

On emploie des quantités de chaux très-variables sur des sols qui ont cependant quelque similitude. Ainsi, lorsqu'en France on met en moyenne annuellement de 3 à 5 hectolitres de chaux par hectare, on en répand de 8 à 10 en Allemagne, et de 100 à 600 en Angleterre. Il est prudent de ne se déterminer pour un chaulage quantitatif qu'après quelques essais préalables. (M. Boussingault.)

L'action de la chaux n'a pas encore été expliquée d'une manière complète, mais on connaît ses effets nombreux et importants. La chaux détermine par sa causticité la désagrégation des matières organiques, qui se transforment en terreau après avoir subi la fermentation putride; elle préserve les plantes des insectes et des maladies. Son emploi est indispensable quand on veut livrer à la culture des terrains tourbeux où l'acidité est excessivement nuisible : c'est par l'apparition de certaines plantes acides, comme les oxalis, etc., qu'on est averti de la nécessité de chauler les terres.

La chaux, une fois introduite dans la terre, se transforme rapidement en hydrate et en carbonate de chaux, qui conserve le même état de ténuité que l'hydrate. La chaux, en décomposant les sels ammoniacaux qui se trouvent dans le sol, fournit aux plantes de l'ammoniaque ou ses éléments. Elle peut déterminer, en réagissant sur l'air atmosphérique, la formation d'azotates; enfin, par son mélange avec la terre et différentes substances organiques, elle forme un engrais fertilisant.

L'efficacité du chaulage des terrains argileux a été expliquée par la mise en liberté de la potasse et de la soude provenant des silicates alcalins, combinés avec l'alumine dans les argiles, et qui, au contact de la chaux, se transforment en silicate de chaux. (M. Liebig.)

Les effets du chaulage se font sentir pendant un laps de temps assez considérable, bien que l'action de la chaux comme caustique doive être limitée à un temps assez court, à cause de sa rapide transformation en carbonate. Mais il faut observer que ce carbonate, très-divisé, se dissout facilement dans l'eau chargée d'acide carbonique; or, le bicarbonate

soluble agit sur l'argile à la façon de la chaux (M. Liebig). En outre, le carbonate de chaux lui-même transforme, par voie humide, les silicates alcalins en carbonates, et donne naissance à du silicate de chaux hydraté (M. Kuhlmann). Ces faits viennent à l'appui de l'explication que nous tenons de donner, et conduisent à admettre que la chaux fait perdre à l'argile sa plasticité en décomposant les silicates doubles qu'elle renferme, et sur lesquels l'eau n'aurait qu'une action très-lente ; ils permettent de croire que la potasse et la soude, mises en liberté par la chaux, viennent augmenter la fertilité de la terre.

Enfin, le carbonate de chaux qui reste dans le sol décompose les sels ammoniacaux et les transforme en carbonate d'ammoniaque ; il peut, en outre, en déterminant la combinaison des éléments de l'air atmosphérique, favoriser la formation d'acide azotique, qui fixe l'ammoniaque.

L'action du carbonate de chaux est assez développée pour que dans certains cas on emploie avec avantage comme amendement de la craie poreuse et délitable ; mais, dans ce cas, il faut que ce calcaire ait subi l'influence des pluies d'automne et des gelées pour arriver à un état de désagrégation convenable.

MARNAGE.

La *marne* est un mélange de craie et d'argile qui se trouve dans un grand nombre de sous-sols ; c'est un amendement très-précieux pour l'agriculture, et qu'on n'a pu reproduire artificiellement : en cherchant à imiter cette substance, on n'a obtenu que des produits ayant des propriétés tout à fait différentes.

On distingue diverses variétés de marnes : la *marne siliceuse* ou *sablonneuse*, où le sable remplace l'argile, car elle ne renferme souvent qu'un tiers d'un mélange d'argile et de craie ; elle ne s'emploie que pour diviser certaines terres fortement argileuses ; la *marne argileuse* ou *forte*, qui convient surtout aux sols sablonneux ; enfin, la *marne calcaire* ou *pierreuse*, qui est la meilleure et la plus employée. Cette marne se délaye assez facilement dans l'eau et se dissout dans l'acide chlorhydrique en laissant un très-faible résidu. Si on la calcine, puis qu'on la mette en contact avec l'eau, elle s'échauffe et se délite beaucoup.

Il est important, avant d'employer cet amendement, de constater, par l'analyse du sol à marner et par celle de la marne, la nature et la quantité des éléments qu'ils renferment respectivement ; car ce serait une opération inutilement dispendieuse d'introduire dans un sol calcaire, argileux ou sablonneux, une marne qui ne lui apporterait que des éléments dont il est suffisamment pourvu.

Pour arriver à connaître par l'analyse la valeur d'une marne, on commence par déterminer la quantité d'eau qu'elle perd par la dessiccation. Traitant alors un poids connu de cette marne par de l'acide

chlorhydrique, on chasse l'acide carbonique. La perte de poids indique la proportion de ce gaz, et permet par suite de calculer la quantité de carbonate de chaux que contient la marne proposée. Cette analyse très-simple ne conduit pas toujours à apprécier exactement la richesse relative d'une marne, car certaines marnes renferment des *noyaux calcaires* qui ne se désagrégent pas et ne produisent par conséquent aucun effet. Aussi faut-il faire une analyse par lévigation pour déterminer la partie de la marne qui se délite dans l'eau, et avoir ainsi la proportion de marne réellement efficace. Ce n'est que par cette méthode que l'on pourra déterminer la quantité relative de marne que demandent divers terrains.

Il est donc très-important, dans le choix des marnes, d'observer la facilité avec laquelle elles se divisent; quelquefois elles subissent les influences atmosphériques en très-peu de temps, tandis qu'on en trouve qui ne se délitent qu'après une exposition à l'air d'une année et plus. On remarque que ce ne sont pas les marnes compactes, à aspect marbré, qui présentent cet inconvénient, mais celles à forme de poudingue, dans lesquelles le calcaire se réunit ainsi en noyaux.

Il n'existe pas de documents positifs sur la quantité de marne à employer; souvent même on abuse de ce moyen. M. Puvis, dans d'excellents mémoires sur cette question, établit qu'il est inutile de recourir au marnage pour tout sol qui contient plus de 3 pour 100 de calcaire. D'ailleurs, pour fixer la quantité de marne nécessaire, il faut avoir égard, en outre, à la richesse de la marne en calcaire et à l'épaisseur de la couche labourable du sol à marner.

On a constaté qu'une marne renfermant 67,5 pour 100 de carbonate de chaux devait être employée à la dose de 20 mètres cubes par hectare, pour produire en général de bons résultats. (M. DE GASPARIN.)

La marne cède à l'eau du bicarbonate de chaux et des traces d'azotate de chaux; on y a trouvé aussi des carbonates alcalins (M. KUHLMANN). Cet amendement apporte enfin dans le sol des matières azotées; les marnes du Bas-Rhin, du Gers et de l'Yonne renferment 1 à 2 millièmes d'azote. (MM. BOUSSINGAULT et PAYEN.)

Voici les résultats de l'analyse de marnes employées comme amendements :

Argile, sable et oxyde de fer.	84,525	82,830	76,827	74,325	69,570	64,214	60,065
Carbonate de chaux	12,275	14,111	18,808	20,246	25,176	32,143	36,066
Carbonate de magnésie. . . .	0,975	traces	1,228	3,211	2,223	1,544	1,106
Potasse	0,087	0,082	0,092	0,091	0,105	0,101	0,163
Eau.	2,036	2,146	2,111	1,311	1,934	1,520	1,555
Ammoniaque.	0,004	0,007	0,098	0,076	0,073	0,095	0,057

(M. KROCKER.)

De quelque nature que soit une marne destinée à modifier un sol, elle doit avoir pour principale propriété de se déliter promptement;

car, soit qu'elle agisse mécaniquement en s'interposant dans un sol trop argileux ou trop sablonneux, ou chimiquement, en raison de la faculté absorbante de son calcaire; soit enfin qu'elle apporte avec elle une proportion notable d'azote, ces effets seront d'autant plus assurés que la marne sera dans un plus grand état de division.

L'emploi de la marne exige le même soin que celui de la chaux; on doit en faire de petits tas placés à égales distances, et ne les répartir sur le sol que lorsqu'ils sont complétement délités, ce qui exige assez souvent le concours alternatif de la chaleur de l'été et des gelées; l'eau pénètre alors les marnes, les divise et les fait éclater.

L'effet du marnage est incontestable : on a vu les récoltes de céréales sur un sol marné doubler et presque tripler après cette opération agricole; mais l'effet de cet amendement doit être limité par la quantité de chaux que les plantes enlèvent au sol marné, et par la richesse de la marne en élément calcaire. La production du sol augmentant par le marnage, il est nécessaire d'augmenter aussi la dose des engrais; les avantages de cet amendement ne se manifestent souvent qu'après un ou deux ans.

Le marnage a pour effet, suivant M. Dehérain, de rendre assimilables des phosphates à base de sesquioxyde qui existent dans le sol et qui n'agissent sur la végétation qu'à la condition de les transformer en phosphate calcaire ou en phosphates alcalins.

On utilise quelquefois, comme amendement calcaire, des débris de démolitions : en Italie, par exemple, et dans le département de l'Ain, on obtient des résultats excellents et de longue durée, en employant ces plâtras, qui doivent leur efficacité à la grande quantité de sels solubles, et en particulier d'azotates de chaux et de magnésie, qui s'y trouvent mélangés au carbonate de chaux.

Pour compléter l'étude des amendements calcaires, il nous reste à parler des amendements spéciaux qui ne se rencontrent que dans certaines localités, et dont l'emploi se trouve par suite assez restreint. C'est ainsi qu'on substitue à la marne, en Angleterre et dans quelques départements de la France, des débris de coquilles fossiles, connus sous le nom de *falun* ou *calcaire coquillier*. Cet amendement est presque exclusivement composé de carbonate de chaux et de débris de matières organiques.

On trouve aussi, au fond de la mer, près des côtes, ou sur le rivage même, des sables calcaires, très-avantageusement utilisés pour l'agriculture. Ces *sables de mer* comprennent le *maerl* et le *treaz*, que l'on trouve près des côtes du Finistère, et la *tangue*, si répandue sur les plages du département de la Manche.

MAERL.

Le *maerl* ou *merl* est un mélange de concrétions calcaires et de débris de coquillages; on distingue la variété rameuse et la variété en rognons, qui renferme une grande quantité d'annélides dont on n'a pas tenu compte dans les analyses suivantes, et qui cependant augmentent l'efficacité du maerl par la matière animale dont ils l'enrichissent. Cet amendement paraît aussi augmenter l'efficacité des fumiers sur les terres où on l'emploie. Le merl se drague près de l'embouchure des rivières dans les rades de Brest et de Morlaix, et s'emploie presque aussitôt après son extraction. Voici la composition du maerl de la rade de Brest :

	Variété rameuse.	Variété en rognons.
Carbonate de chaux	79,90	75,02
Carbonate de magnésie	traces	traces
Sable	accidentel	accidentel
Silice combinée	1,75	1,9
Sulfate de chaux	traces	traces
Oxyde de fer	traces	traces
Eau de combinaison	17,02	21,58
Sels solubles de l'eau de mer	traces	traces
Matières organiques azotées	1,05	1,50

(M. Besnou.)

TREAZ.

Le *treaz* ou *trez* est un sable caillouteux mélangé de débris assez gros de coquillages; on en emploie jusqu'à 40 000 kilogrammes par hectare: il se trouve sur les plages en pente douce du Finistère.

Nous donnons les résultats de l'analyse de ce sable calcaire, et, en outre, celle de la vase de rivière, beaucoup moins riche en calcaire que le treaz, et qu'on emploie aussi comme amendement.

	TREAZ de la rade DE BREST.	SABLE de la baie DE DOUARNENEZ.	VASE de la rivière DE LANDERNEAU.
Carbonate de chaux	70,00	45,00	15,40
Sable	29,00	51,50	73,66
Phosphate de chaux	0,95	»	»
Alumine	»	1,50	3,73
Oxyde de fer	»	0,05	»
Sels solubles de l'eau de mer	inappréciables	1,10	1,33
Matières organiques azotées	à peine sensibles	à peine sensibles	»
Débris de végétaux	»	»	6,86

(M. Besnou.)

TANGUE.

La *tangue*, ou *cendre de mer*, est un sable pulvérulent que l'on recueille dans les baies et près de l'embouchure des rivières, sur le littoral du département de la Manche.

On a reconnu que les rivières à l'embouchure desquelles se forme la tangue ont coulé sur des terrains schisteux ou granitiques (M. DE CAUMONT). Cela fait supposer que la mer est le principal producteur de la quantité considérable de tangue qu'on extrait annuellement, et qui peut s'évaluer à 2 millions de mètres cubes. (M. Is. PIERRE.)

Les diverses variétés de tangues ont été l'objet d'un travail important de M. Is. Pierre. Nous mentionnerons ici les principales conclusions et quelques-unes des analyses consignées dans ce mémoire.

Les tangues, qui sont formées sans doute par les débris de coquilles et de roches broyées par l'action de la mer, sont des mélanges de carbonate de chaux, d'argile, de sable quartzeux, feldspathique et micacé, contenant une petite quantité de sels (chlorures, sulfates, phosphates) et de matières organiques plus ou moins azotées.

En les soumettant à la lévigation, on a obtenu, dans certains cas, une matière ténue, contenant relativement une plus grande quantité de carbonates de chaux, de phosphates et d'azote que les tangues ordinaires.

On n'emploie les tangues qu'après une exposition à l'air de plusieurs mois, pendant lesquels on les remue de temps en temps; elles augmentent de près d'un dixième de leur volume dans ces circonstances.

Les diverses variétés de tangues ne s'emploient pas indistinctement; car un des effets de cet amendement étant d'agir mécaniquement sur le sol par le sable et l'argile qu'elles renferment, on devra préférer les tangues argileuses ou *grasses* pour les sols sablonneux, et les tangues sablonneuses, dites *légères* ou *vives*, pour les terres fortes.

Les tangues les plus estimées sont celles qui contiennent les plus grandes quantités de carbonate de chaux, et les terrains sur lesquels cet amendement produit les meilleurs effets sont précisément ceux où manque l'élément calcaire, ce qui fait supposer que le carbonate de chaux est l'élément le plus important, sinon le seul actif dans la tangue. Cependant les sels et les matières organiques azotées qui s'y trouvent doivent avoir aussi une certaine influence sur le sol; toutefois la faible proportion de chlorure de sodium empêche d'attribuer, comme on le croit vulgairement, une action marquée à ce sel.

Voici les compositions des diverses variétés de tangues :

	TANGUE VAVE du pont de la Roque.	TANGUE GRASSE du pont de la Roque.	SABLON de Cherbourg.	TANGUE d'Isigny.	TANGUE MAVELLÉE de Lessay (très-estimée).	MATIÈNE obtenue par la levigation de la tangue de Lessay.
Matières combustibles ou volatiles. .	6,78	5,90	2,45	0,55	3,39	3,92
Chlore.	0,03	0,04	0,32	0,15	0,92	»
Acide sulfurique.	0,43	0,32	0,02	0,10	0,41	»
Acide phosphorique	1,24	0,68	0,13	0,15	0,28	0,31
Carbonate de chaux	51,21	46,72	24,24	31,41	52,12	53,31
Magnésie	0,23	1,30	0,57	0,11	0,16	0,15
Soude et potasse solubles	0,40	0,30	0,26	0,21	1,13	»
Silice soluble	0,57	0,16	traces	»	traces	»
Alumine et oxyde de fer.	0,65	0,30	0,14	0,36	0,35	0,84
Matières insolubles dans l'acide azotique faible	37,92	44,32	71,91	66,66	41,10	41,43
Perte et matières non dosées . . .	0,54	— 0,04*	— 0,04	0,30	0,14	0,04
Azote pour 100 de matière sèche. .	0,80	0,82	0,42	0,36	1,37	1,36

* Les nombres affectés du signe — indiquent une surcharge. (M. Is. PIERRE.)

EMPLOI DES PHOSPHATES DANS L'AGRICULTURE.

Les cendres de la plupart des plantes renferment des phosphates. Ce fait a été observé par Th. de Saussure et par M. Berthier, qui a fait l'analyse des cendres d'un grand nombre de plantes. Il résulte de ces recherches que c'est dans les graines que la proportion de cet élément est la plus forte, et il semble que c'est seulement au moment du développement de cet organe de la fructification que l'acide phosphorique pénètre dans les plantes. Les cendres des graines, surtout celles des céréales, en renferment généralement 1 pour 100. On en peut conclure que l'acide phosphorique est un élément nécessaire au complet développement des végétaux.

C'est du sol seulement que les plantes peuvent tirer l'acide phosphorique dont elles ont besoin, aussi rencontre-t-on généralement des phosphates dans les terres arables, et quand cet élément manque, il faut y suppléer par des amendements convenables. Les plantes qui appauvrissent le plus le sol, sous le rapport des phosphates, sont les céréales. Aussi est-ce après une culture prolongée de ces plantes qu'on est surtout obligé de restituer au sol l'acide phosphorique qui lui a été soustrait.

Voyons maintenant les sources d'acide phosphorique auxquelles peut puiser l'agriculture. Ces sources sont au nombre de trois :

1° Les engrais de fermes, tels que le fumier d'étable, les déjections animales, ou les engrais commerciaux analogues, poudrettes, guanos, composts ;

2° Les os ou le noir animal qui résulte de leur calcination ;

3° Les phosphates naturels.

Les engrais de ferme renferment toujours de l'acide phosphorique, mais les quantités qu'ils en renferment ne sont pas toujours suffisantes, surtout pour la culture des céréales. Nous donnons ici la richesse en phosphates du fumier de ferme et des engrais analogues.

Richesse en acide phosphorique de différents engrais (fumiers).

DÉSIGNATION des ENGRAIS.	EAU.	ACIDE PHOSPHORIQUE pour 100 DE MATIÈRE SÈCHE.	OBSERVATIONS.	ANALYSTES.
Fumier de ferme.	79,0	1,00	Bechelbronn	BOUSSINGAULT.
Idem	65,0	2,25	Angleterre.	ID.
Fumier du Jardin des plantes.	58,5	1,21	Paris.	ID.
Fumier de Grignon.	70,5	2,00	. . . . .	ID.
Fumier de ménagerie.	66,8	0,78	Provenant de divers animaux. .	ID.
Fumier moyen.	60,7	1,45	Moyenne des fumiers précédents.	ID.
Tourteau de colza	10,5	4,34	. . . . .	ID.
Tourteau de chènevis.	5,0	1,08	. . . . .	ID.
Tourteau de faine	6,2	1,16	. . . . .	ID.
Tourteau de noix.	6,0	1,48	. . . . .	ID.
Excréments de vache.	85,9	0,74	. . . . .	ID.
Urine de vache.	88,3	0,00	. . . . .	ID.
Idem	92,1	0,00	. . . . .	ID.
Déjections de vache.	84,3	0,55	Excréments et urine	ID.
Excréments de cheval.	75,3	1,22	. . . . .	ID.
Urine de cheval	79,2	0,00	Urine épaisse.	ID.
Idem	91,0	0,00	. . . . .	ID.
Déjections de cheval	75,4	1,22	Excréments et urine	ID.
Excréments de porc.	84,0	3,87	. . . . .	ID.
Urine de porc	97,9	2,09	. . . . .	ID.
Déjections de porc	93,8	3,44	Excréments et urine	ID.
Excréments de mouton	57,6	1,52	. . . . .	ID.
Urine de mouton.	86,5	0,03	. . . . .	ID.
Déjections de mouton.	67,1	1,32	. . . . .	ID.
Excréments de pigeons. . . .	64,8	5,88	. . . . .	ID.
Excréments d'homme.	73,3	0,82	. . . . .	ID.

Dans les engrais commerciaux, la richesse en acide phosphorique n'est généralement pas plus considérable que dans les fumiers proprement dits, si ce n'est dans les guanos, qui, comme nous le verrons, sont aussi très-riches en azote, et constituent par conséquent un engrais des plus énergiques.

Richesse en acide phosphorique de différents engrais (poudrettes, guanos, composts).

DÉSIGNATION des ENGRAIS.	EAU.	ACIDE PHOSPHORIQUE dans 100 parties DE MATIÈRE SÈCHE.	OBSERVATIONS.	ANALYSTES.
Poudrette de Bercy, de 1847.	13,0	2,55	. . . . .	SOUDFIRAN.
Poudrette de Montfaucon. . .	41,4	1,08	A l'état où elle est livrée. . . .	ID.
Poudrette de Monceaux, 1847.	28,0	4,80	Séchée à l'air	ID.
Sang liquide.	81,0	0,63	Des abattoirs.	BOUSSINGAULT.
Sang sec soluble.	21,4	1,68	Tel qu'on l'expédie.	ID.
Résidus d'abattoir.	44,1	2,5	Paris	DEHÉRAIN.
Gadoue solidifiée.	13,5	2,1	Idem.	ID.
Idem	10,0	3,8	Idem.	ID.
Engrais Lemarchand.	13,5	2,8	Idem.	ID.
Idem	15,2	4,9	Idem.	ID.
Guano du Pérou.	25,6	20,0	. . . . .	DANH. SMITH.
Idem	25,7	22,0	. . . . .	ID.
Idem	25,4	17,0	. . . . .	ID.
Guano d'Afrique	25,0	17,0	. . . . .	KASTEN.
Guano du Pérou	13,1	11,0	. . . . .	WAY.
Guano d'Echaboë	17,4	13,9	. . . . .	ID.
Guano de Patagonie	25,1	20,4	. . . . .	ID.
Guano de Saldanha.	22,2	14,8	. . . . .	ID.
Écailles d'huîtres.	17,9	0.66	. . . . .	BOUSSINGAULT.

Enfin, les engrais phosphatés proprement dits sont très-riches en phosphates, comme le montre le tableau suivant :

Richesse en acide phosphorique des engrais phosphatés proprement dits (os, noir animal).

DÉSIGNATION des ENGRAIS.	EAU.	ACIDE PHOSPHORIQUE dans 100 parties DE MATIÈRE SÈCHE.	PHOSPHATE DE CHAUX dans 100 parties DE MATIÈRE SÈCHE.	OBSERVATIONS.	ANALYSTES.
Os frais	. . .	21,1	46	. . . . .	WAY.
Os bouillis	10,0	30,2	66	. . . . .	ID.
Cendres d'os	. . .	39,0	84,5	. . . . .	DEHÉRAIN.
Noir fin neuf	. . .	34,6	73,1	Azote pour 100 = 1,12	MORIDDE et BOBIERRE.
— ayant servi une fois.	. . .	30,6	66,6	Id. 1,95	ID.
Noir fin neuf.	. . .	33,1	72,2	Id. 1,22	ID.
— ayant servi une fois.	. . .	24,7	53,7	Id. 2,83	ID.
— ayant servi deux fois.	. . .	21,1	46,0	Id. 3,59	ID.
Noir fin neuf.	. . .	34,7	75,6	Id. 1,61	ID.
— ayant servi une fois.	. . .	23,1	52,6	Id. 2,54	ID.
— ayant servi deux fois.	. . .	19,7	47,3	Id. 3,18	ID.
Noir de raffinerie	0,86	27,5	61,3	. . . . .	DEHÉRAIN.

Quant aux phosphates minéraux naturels, leur teneur en acide phosphorique est encore plus considérable, ainsi qu'on peut le voir par quelques exemples que nous consignons dans le tableau suivant :

Richesse en acide phosphorique et en phosphate de chaux des phosphates minéraux.

DÉSIGNATION DES LOCALITÉS d'où proviennent LES ÉCHANTILLONS.	ACIDE PHOSPHORIQUE dans 100 parties.	PHOSPHATE DE CHAUX $PO^5,3CaO$ dans 100 parties.	PHOSPHATE DE CHAUX dans 100 parties DE MATIÈRE SÈCHE.	ANALYSTES.
Logrosan (Estramadure, Espagne)	.....	81,5	.....	DAUBENY et WIDDRINGTON.
Lille (Nord)	18,0	38.7	.....	RIVOT.
Grand-Pré (Ardennes)	20,9	45,5	47,0	DEHÉRAIN.
Islettes	20,2	44,1	45,9	ID.
Anderney	13,3	28,9	29,9	ID.
Sorma se	13,9	33,0	34,4	ID.
Froidos	16.4	35,8	36,9	ID.
Megneville (Meuse)	28 5	62,1	64.0	ID.
Idem	18,2	40,3	43,1	ID.
Brizeaux	25,2	54,8	56.2	ID.

Tous ces phosphates sont des phosphates de chaux connus sous différents noms :

L'*apatite* est un phosphate de chaux uni à du fluorure de calcium; on le rencontre cristallisé.

On désigne sous le nom de *nodules* des rognons de phosphate de chaux disséminés dans des terrains calcaires.

Enfin, les *coprolithes* sont des phosphates fossiles provenant d'excréments de grands sauriens.

Les engrais phosphatés proprement dits peuvent être employés sous quatre formes différentes :

1° A l'état naturel, sans aucun traitement ni mélange;

2° A l'état naturel, mais additionnés de matières azotées;

3° Traités par l'acide sulfurique;

4° Traités par l'acide sulfurique, puis additionnés de matières azotées.

Nous avons tiré les détails que nous venons de donner sur l'emploi des phosphates en agriculture d'un travail très-étendu, publié sur ce sujet par M. Dehérain, en 1859.

Les phosphates n'agissent pas tous de la même manière sur la végétation. Ceux à base de sesquioxyde, comme les phosphates de fer et d'alumine, sont inertes. On peut rendre ces phosphates assimilables en les mettant en présence du carbonate de chaux. C'est en partie à cette action que M. Dehérain attribue dans un grand nombre de cas les bons effets dus au *marnage*.

ÉCOBUAGE.

Il est possible, dans certains cas, d'amender un terrain et de l'enrichir en principes minéraux et organiques assimilables, en employant le sol lui-même et les végétaux qui s'y trouvent. On arrive à ce résultat par l'*écobuage*.

Ce procédé consiste à séparer la couche superficielle d'un sol recouvert de mauvaises herbes; cette couche est ensuite divisée en mottes qui, après avoir été séchées, sont soumises à une combustion lente. On les dispose pour cela en monceaux, la partie herbacée étant placée à l'intérieur, et l'on procède à la combustion, à peu près comme pour la fabrication du charbon de bois. Les mottes, une fois incinérées, puis refroidies, sont répandues sur le sol.

Dans cette opération, l'argile du sol se dessèche, devient friable, et cesse de pouvoir faire pâte avec l'eau. D'un autre côté, les cendres des plantes étant riches en principes alcalins assimilables, constituent un très-bon stimulant. Enfin, dans cette combustion incomplète, une grande partie des produits organiques volatils est absorbée par l'argile devenue poreuse; de sorte que l'écobuage introduit dans le sol des substances organiques azotées susceptibles d'accroître sa fertilité. Ce qui prouve qu'il faut attribuer, dans les bons effets de l'écobuage, une certaine part à ces principes organiques que la combustion n'a pu complétement détruire, c'est que, si l'incinération est trop complète, le sol peut devenir stérile. On peut s'assurer, du reste, en chauffant deux portions égales d'une même terre, soit à l'air libre et remuant souvent, soit dans une cornue, que le résidu, qui contient à peine quelques traces d'azote dans le premier cas, en renferme une quantité sensible dans le second. (M. Malaguti.)

Il est facile de comprendre, d'après ce qui précède, qu'il n'y a lieu d'appliquer l'écobuage qu'à des terres fortes et où se trouvent en abondance des plantes avec tiges et racines et du terreau. Les sols légers et sablonneux ne s'améliorent pas en général par l'écobuage. Cependant, en Angleterre, on écobue certains sols crayeux; dans ce cas, le carbonate de chaux est en partie décomposé par la chaleur, et l'on opère ainsi une sorte de chaulage.

On voit donc, en résumé, que l'écobuage rend le sol moins consistant, augmente sa porosité et sa perméabilité; il détruit aussi les insectes et les mauvaises herbes; enfin, il introduit dans le sol des principes assimilables qui ont une action très-avantageuse.

Avant de traiter des engrais proprement dits, nous parlerons de l'emploi de certaines matières minérales comme fertilisantes. Ces substances doivent être distinguées des amendements, parce que leur action n'est

pas purement mécanique comme celle de la marne ou du sable. Leur mode d'emploi diffère également de celui des amendements : les sels minéraux dont nous allons parler sont employés à une dose très-faible comparativement à celle qu'on adopte pour la chaux, la marne, etc.; enfin, ces substances sont simplement répandues sur les végétaux ou sur le sol, et non mélangées à la terre, comme on doit le faire pour les amendements qui sont destinés à modifier la composition du sol. Les matières dont on se sert le plus généralement et que nous étudierons, sont : le *plâtre*, les *cendres* et le *sel marin*.

PLATRAGE.

Le gypse est formé de 80 parties de sulfate de chaux et de 20 parties d'eau. Il constitue alors le *plâtre cru*. On lui donne le nom de *plâtre cuit* lorsqu'on lui a enlevé par la calcination les 2 équivalents d'eau qu'il contenait. On peut l'employer en agriculture sous l'un ou l'autre état; seulement, le plâtre cuit se réduit facilement en poudre, et son expansion sur les plantes ne présente pas autant de difficultés que celle du plâtre cru. Bien que dans certaines localités on fasse usage du plâtre en l'incorporant au sol au moment des labours d'automne, on l'emploie plus généralement en saupoudrant les plantes le matin, lorsqu'elles sont encore humides. Cette méthode a pour effet de répartir plus également le plâtre, qui ne se détache des plantes que lentement, à mesure qu'elles se dessèchent ou que le vent les agite. (M. Boussingault.)

Les conditions atmosphériques dans lesquelles on opère cette expansion du plâtre ont beaucoup d'influence sur ses effets. Les grandes pluies, le froid, sont tout à fait défavorables, et l'on a reconnu qu'une gelée très-faible paralyse l'action du plâtre, lors même que la température est favorable par la suite. (Thaer.)

C'est un fait acquis à l'agriculture que le plâtrage ne doit être pratiqué que sur des terres convenablement engraissées, et qu'il est sans aucun effet sur les terres maigres et appauvries. Il y a même de l'avantage à substituer, comme on le fait dans certains pays, à l'emploi direct du plâtre, un mélange de plâtre et de fumier. Ce fumier plâtré semble même avoir de l'efficacité dans des cas où le plâtre seul n'agit pas; car il faut remarquer que si l'on améliore beaucoup par le plâtrage la culture des légumineuses, du trèfle, du sainfoin, de la luzerne, il paraît inutile de répandre ce sel sur les prairies naturelles, les récoltes sarclées et les céréales.

On emploie en général de 500 à 600 kilogrammes de plâtre par hectare; le plâtrage n'est effectué que tous les cinq ans environ sur un même terrain.

Le plâtre paraît convenir à presque tous les terrains, pourvu qu'ils ne soient pas trop humides. Cependant, son action paraît nulle sur les terrains d'alluvion récente, ou sur ceux qui renferment une certaine quan-

tité de sulfate de chaux (M. DE GASPARIN). On l'emploie sur des sols calcaires, et l'on a même avancé que la présence du carbonate de chaux était nécessaire pour que le plâtre pût agir. (M. RIEFFEL.)

Nous avons fait observer que le plâtrage produisait d'excellents effets dans la culture des légumineuses, mais était inutile pour celle des céréales. On n'est pas encore d'accord sur l'influence qu'exerce le plâtrage sur la végétation. Voici les principales opinions qui ont été émises à ce sujet.

On a cru d'abord que le plâtre, étant absorbé par les plantes, ne devait convenir qu'à celles dont les cendres sont riches en sulfate de chaux (DAVY). Cette opinion était basée sur des analyses de trèfle récolté sur un terrain plâtré ; les cendres de ce trèfle contenaient beaucoup de sulfate de chaux. Des expériences faites depuis, dans le but d'examiner cette hypothèse, ont fait voir que de la luzerne récoltée sur un terrain plâtré ne renfermait pas de sulfate de chaux après incinération (M. DE GASPARIN). L'opinion de Davy n'est donc pas d'accord avec les faits.

M. de Liebig n'attribue au plâtre d'autre faculté que celle de convertir en sulfate d'ammoniaque le carbonate de cette base tenu en dissolution dans les eaux de pluie ou provenant des engrais, et qui tend toujours à se volatiliser et à priver ainsi le sol de la plus grande partie de ses principes azotés.

Cette hypothèse ne peut suffire pour rendre compte de l'action du plâtre, puisque ce sel ne convient pas à certaines cultures, auxquelles les sels ammoniacaux peuvent être profitables. Ainsi, l'emploi direct du sulfate d'ammoniaque produit de très-bons effets sur les prairies naturelles, pour lesquelles le plâtre paraît inutile.

Suivant M. Kuhlmann, le plâtre se décomposerait dans le sol sous l'influence des corps organiques, en leur cédant de l'oxygène ; ces matières ulmiques ainsi oxydées deviendraient plus assimilables par les plantes et plus facilement solubles ; le sulfure de calcium produit serait ensuite apte à absorber de nouveau l'oxygène de l'air ; il servirait donc d'agent intermédiaire entre l'air et le terreau, et agirait par une série de réductions et d'oxydations. Cette théorie, comme celle de M. de Liebig, n'explique pas l'inefficacité du plâtre vis-à-vis des céréales.

M. Boussingault suppose que le plâtre n'est efficace que par la chaux qu'il apporte dans le sol. Voici les faits sur lesquels repose cette hypothèse : En examinant comparativement les cendres de trèfle provenant de récoltes plâtrées et non plâtrées, la quantité de sulfate de chaux ne s'est pas trouvée en rapport avec l'amélioration produite par le plâtrage; d'un autre côté, les plantes qui éprouvent les meilleurs effets de l'emploi de ce sel ne sont pas celles dont la constitution exige l'intervention des sulfates ; enfin, en Flandre, on substitue au plâtre la chaux éteinte, les cendres de bois et de tourbe qui contiennent du carbonate de chaux en assez forte proportion.

Le sulfate de chaux se transformerait, d'après cette opinion, en sul-

fure de calcium par l'action des matières organiques du sol, puis en acide sulfhydrique et en carbonate de chaux; ce carbonate, formé peu à peu, se trouve, par suite, tellement divisé, qu'il est dans les conditions les plus favorables à être absorbé par les plantes après avoir passé à l'état de bicarbonate soluble. Aussi, dans les cendres du trèfle plâtré, on a trouvé une grande quantité de chaux comparativement à la faible proportion d'acide sulfurique qui y était contenue.

On sait, du reste, que les plantes n'exigent pas toutes les mêmes principes minéraux: dans le chaulage, qui produit de bons résultats sur les céréales, la chaux est employée en très-grand excès; tandis que dans le plâtrage, qui ne s'exécute qu'à faible dose, on n'introduit dans le sol qu'une quantité de chaux relativement très-faible : il faudrait employer ces substances à doses équivalentes pour pouvoir comparer leurs effets. Enfin, l'accroissement d'efficacité du plâtre, lorsqu'on le mélange aux engrais qui renferment des substances organiques en décomposition et très-propres à favoriser la transformation du sulfate en sulfure, puis en carbonate, semble venir à l'appui de l'opinion de M. Boussingault. (M. Malaguti.)

M. Dehérain, dans un travail récent (*Bulletin de la Société chimique*, 1863, t. V, p. 279, et mars 1865, t. III, nouv. série, p. 165), a cherché à rendre compte de l'action du plâtre, et il s'est assuré que cet agent ne facilite ni la formation du nitrate, ce qui pourrait avoir lieu s'il agissait comme oxydant, ni la formation d'ammoniaque. Il est arrivé à ce résultat inattendu : que le plâtre favorise la solubilité de la potasse combinée dans la terre. En effet, si l'on épuise par l'eau une terre plâtrée, on rencontre dans la liqueur filtrée une quantité beaucoup plus considérable de potasse que si l'on opère sur la même terre avant le plâtrage. Une partie des expériences de M. Dehérain sont résumées dans le tableau suivant.

Potasse extraite par l'eau froide d'un kilogramme de terre séchée à l'air.

TERRES MISES EN EXPÉRIENCE.	POTASSE dans la terre normale.	POTASSE dans la terre plâtrée.	DIFFÉRENCE au plâtrage.	DURÉE de l'expérience.
	gr.	gr.	gr.	
Terre noire de Russie, n° 2	0,048	0,136	+ 0,089	4 mois.
Idem.	0,058	0,140	+ 0,092	15 jours.
Idem.	»	0,288	+ 0,240	1 mois 1/2.
Idem.	»	0,428	+ 0,380	1 mois.
Idem, n° 1.	0,128	0,138	+ 0,010	1 mois.
Terre des Chapelles (Seine-et-Marne). .	0,017	0,115	+ 0,098	1 mois.
Terre de Verclives (Eure) (1).	0,487	0,556	+ 0,069	1 mois.
Terre du rio Parana.	0,003	0,067	+ 0,064	1 mois.
Terre de Sologne.	0,192	0,202	+ 0,010	1 mois.
Terre franche du Jardin des plantes. .	0,046	0,355	+ 0,309	24 heures.

(1) Terre très-riche provenant d'une fosse d'asperges.

L'interprétation de M. Dehérain trouve un appui dans ce fait, que ce sont précisément aux légumineuses, plantes très-riches en potasse, que le plâtrage est favorable.

Il suit de cet état de solubilité auquel est amenée la potasse des terres arables par le plâtrage, que cette opération ne doit se faire que lorsque la plante a déjà pris du développement, et c'est ce qui est généralement recommandé. La potasse peut alors être assimilée, à mesure qu'elle est rendue soluble par le plâtre; si, au contraire, le plâtrage avait lieu après la récolte, la potasse serait entraînée par les pluies et perdue.

Il est probable que la potasse de la terre doit sa plus grande solubilité, sous l'influence du plâtrage, à sa transformation en sulfate de potasse.

Du reste, voici les conclusions du travail de M. Dehérain, telles qu'il les a formulées lui-même :

1° Le plâtre agit sur la terre arable en mobilisant la potasse qui s'y trouve ou celle qu'y apportent les engrais.

2° Il agit de la même façon sur l'ammoniaque.

3° Cet effet semble dû à la transformation des carbonates, facilement absorbés, en sulfates, moins bien retenus par les matières argileuses du sol.

4° Les alcalis mobilisés par le plâtre pénètrent dans les couches profondes du sol où arrivent les racines des légumineuses; d'où il résulte que le plâtre, enlevant aux couches superficielles quelques-uns des principes que ces couches renferment, ne peut être d'aucune utilité aux plantes qui, comme les céréales, végètent dans ces couches superficielles.

5° Les sulfates qui pénètrent dans la terre arable y sont décomposés, plus ou moins rapidement, et, après être descendus à une profondeur plus grande que n'auraient pu le faire les carbonates, sont réduits par les matières organiques du sol, et les bases, ramenées peu à peu à l'état de carbonates, pénètrent surtout sous cette forme dans les végétaux.

6° Enfin, comme l'ont établi plusieurs observateurs, le plâtre agit aussi par la chaux qu'il renferme, et celle-ci, transformée en carbonate de chaux chimiquement divisé, par conséquent très-soluble dans l'acide carbonique, peut être facilement dissoute.

7° Il est probable que le plâtre agit surtout dans les terres argileuses, qui retiennent très-complétement les alcalis.

8° Il doit produire surtout un effet utile sur les plantes semblables aux légumineuses, qui, renfermant dans leurs cendres de la chaux et de la potasse, enfoncent leurs racines dans le sol à des profondeurs considérables.

Quelle que soit d'ailleurs la valeur de ces diverses théories, ce qu'il importe de constater, ce sont les effets remarquables que produit le plâtre. Les plantes qui ont été soumises à l'action de ce sel se distin-

guent par leur vigueur, et il n'est pas rare de doubler par le plâtrage les récoltes des prairies artificielles.

Dans certaines localités, où le plâtre est d'un prix élevé, on emploie quelquefois de l'*acide sulfurique* étendu de 1000 fois son volume d'eau ; cet acide, en présence du carbonate de chaux qui se rencontre presque toujours dans les terrains, forme du sulfate de chaux, et paraît opérer en effet comme le plâtre.

CENDRES.

Nous avons vu comment, dans l'écobuage, on enrichissait le sol en principes alcalins, en répandant à sa surface les cendres des végétaux qu'il avait produits. On comprend que cette pratique est limitée aux terrains recouverts d'herbe. Aussi se sert-on directement, comme stimulant, des cendres des divers combustibles.

Les cendres provenant de la combustion du bois sont formées principalement de carbonates et de silicates alcalins, pour la partie soluble; le carbonate de chaux, les phosphates terreux, un peu de chaux et de magnésie caustiques, sont les principales substances que renferme la partie insoluble. On n'emploie généralement en agriculture que les cendres ayant servi à obtenir les *lessives;* l'eau enlève aux cendres une grande partie des sels solubles, mais laisse une proportion notable d'alcalis (Th. de Saussure). Cela tient surtout à la présence des silicates alcalins que l'eau enlève difficilement. Du reste, ces cendres ainsi lessivées, et qui sont connues sous le nom de *charrées,* contenant une quantité beaucoup moindre de carbonates alcalins, sont préférables, parce que les cendres non lessivées peuvent détruire les plantes, à cause de leur action caustique et brûlante.

Voici quelques analyses de charrées :

	CHARRÉE de NANTES.	CHARRÉE de LA ROCHELLE.	CHARRÉE de LA FLOTTE.
Matières organiques	9,80	6,00	2,90
Sels solubles dans l'eau	1,05	2,00	3,40
Carbonate de chaux	47,10	34,80	26,60
Oxyde de fer, alumine et phosphate de chaux	27,30	12,35	10,90
Silice	13,60	42,70	50,20
Magnésie et perte	1,15	2,15	6,00
	100,00	100,00	100,00

(MM. Bobierre et Moride.)

Les charrées conviennent surtout aux sols argileux; on peut se dis-

penser, dans ce cas, d'employer des engrais organiques, car les cendres favorisent l'assimilation des gaz de l'atmosphère.

Les *cendres de tourbe* sont employées comme engrais dans le nord de la France et dans les Pays-Bas : leur action se rapproche plutôt de celle des amendements, car elles contiennent fort peu de sels solubles; on y trouve surtout du carbonate de chaux, de la chaux caustique et un peu de sulfate de chaux.

Les *cendres de houille* doivent aussi être rangées parmi les amendements; la grande quantité d'argile calcinée qui s'y trouve les rend très-propres à augmenter la légèreté et la porosité du sol.

Enfin, on utilise aussi les *cendres de varecs*, très-riches, comme nous l'avons vu, en principes alcalins.

SEL MARIN.

Les effets que le sel marin exerce sur les végétaux ont été différemment appréciés par les agriculteurs : les uns le considèrent comme nuisible; les autres pensent au contraire que ce corps peut être employé avec beaucoup d'avantage dans certaines localités. Il paraît certain que le sel produit de bons effets lorsqu'on le répand sur des terrains argileux et marnés; il agit, soit comme corps excitant, soit comme pouvant fournir aux végétaux, à défaut de potasse, la soude qui est nécessaire à leur développement. Il résulte d'expériences faites sur l'usage du sel marin, que cet agent doit être employé en petite quantité à la fois, et seulement en présence de l'humidité; car par un temps de sécheresse, le sel peut détruire les feuilles et les plantes elles-mêmes. Le meilleur mode d'emploi est d'arroser, par un temps humide, avec une dissolution très-faible de sel. D'ailleurs il nuit à la germination, et ne doit, en conséquence, être versé sur les plantes qu'après leur sortie de terre.

(M. Becquerel.)

La quantité de sel que l'on doit employer dépend de la nature du sol et de celle du sous-sol; si le sous-sol est perméable, il peut arriver que le sel ajouté ne produise aucun effet, et qu'il soit entièrement entraîné par les pluies.

Au reste, le sel n'est utile aux végétaux que dans certaines proportions, au delà desquelles il leur nuit évidemment. Pour évaluer ces proportions, il faut avoir égard aux quantités de sel déjà contenues dans les engrais, le sol et l'eau souterraine qui peut arriver aux racines (M. Chevreul). Cet effet fâcheux du chlorure de sodium employé en grande quantité a été démontré récemment par les expériences de M. Kuhlmann. Il est important de donner une assez grande quantité d'engrais aux terrains que l'on soumet au *salage;* le sel, agissant en effet comme stimulant, ne peut suppléer aux engrais, et accroît au contraire les besoins de la plante.

On a reconnu que la présence de l'élément calcaire dans le sol était nécessaire pour que le sel produisît des effets convenables. D'un autre côté, on peut croire que le chlorure de sodium, étant mis en présence du carbonate de chaux très-divisé, forme du chlorure de calcium et du carbonate de soude. Le sel marin produirait donc sur les sels calcaires un effet analogue à celui des cendres, en apportant aux plantes des principes alcalins. On pourrait, d'après cela, employer le sel marin sur les sols non calcaires, en le mélangeant préalablement à de la chaux, et laissant la réaction que nous venons de mentionner se produire lentement, avant de répandre sur le sol ce nouveau stimulant composé de chlorure de calcium et de carbonate de soude.

(MM. Girardin et du Breuil.)

Il existe encore d'autres substances minérales employées pour favoriser la végétation, mais d'un usage plus restreint que les précédentes. La *suie*, riche en substances salines et surtout en matières organiques, produit d'assez bons effets, analogues du reste à ceux de l'écobuage. Les substances improprement désignées sous le nom de *cendres noires* ou *pyriteuses*, de *cendres vitrioliques*, ont une action très-vive, due surtout aux sulfates acides de fer et d'alumine qui s'y trouvent mélangés avec de la craie, de l'argile, des sulfures et des oxydes de fer, et des matières organiques; enfin, on a essayé de substituer aussi aux engrais du *salpêtre* ou des *sels ammoniacaux*.

ENGRAIS.

Quelle que soit la nature des amendements qui ont été employés pour fertiliser une terre arable, il arrive une époque où ces principes minéraux deviennent tout à faits insuffisants, en ce qu'ils ne donnent aux plantes qu'une partie des principes nécessaires à leur développement : les végétaux croissent dans un sol ainsi amendé, mais ils sont maigres et chétifs; leur récolte ne dédommage que très-imparfaitement le cultivateur de ses soins et de ses dépenses. Pour rétablir dans le sol une fertilité convenable, il faut y introduire ce mélange de matières organiques végétales et animales en décomposition, auquel on a donné le nom d'*engrais*. L'engrais apporte dans le sol avec le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, des phosphates, des carbonates, des azotates, des sulfates, des silicates, des chlorures, etc., que les plantes s'assimilent et qui conviennent à leur développement.

L'emploi des engrais est le complément nécessaire de presque toutes les pratiques agricoles, qui ont principalement pour but de modifier les propriétés physiques du terrain où l'on doit ensuite introduire les sub-

stances nécessaires à la nutrition des plantes, avant de livrer enfin ce sol à la culture.

On ne peut apprécier exactement les valeurs relatives des divers engrais, car on ne connaît pas de relation précise entre l'efficacité d'un engrais et sa composition chimique; néanmoins on joint toujours à l'analyse d'un engrais sa richesse en azote; mais on ne pourrait établir d'une manière absolue la valeur relative des nombreuses substances azotées pouvant être utilement employées comme engrais, en indiquant la quantité d'azote qui s'y trouve. En effet, les engrais n'agissent pas seulement par l'azote qu'ils renferment, mais aussi par leur état physique, par les diverses matières minérales qu'ils contiennent, notamment par les phosphates, et sans doute aussi par les matières minérales non azotées, qui, en se décomposant, dégagent de la chaleur et fournissent en outre aux plantes de l'acide carbonique. On comprend, d'après cela, que de nombreuses matières de diverses provenances peuvent servir d'engrais; nous n'étudierons que les engrais les plus généralement employés.

FUMIER DE FERME.

Cet engrais, qui est le plus parfait de tous, est formé par le mélange des déjections des animaux et de la paille employée comme litière. Les excréments des animaux renferment, outre le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, des substances minérales formées principalement de sulfates, phosphates et chlorures alcalins et terreux. Ces mêmes sels se retrouvent dans les plantes. D'un autre côté, la décomposition des matières organiques des excréments et de la paille donne lieu à la formation d'acide carbonique et d'eau par la combustion du carbone et de l'hydrogène; l'azote donne de l'ammoniaque. Le fumier de ferme apporte donc dans le sol les éléments nécessaires à la nutrition des plantes.

La qualité du fumier de ferme peut varier suivant les animaux qui le produisent, la nourriture qu'ils reçoivent et la nature de la litière. Ainsi, il est certain que l'engrais de ferme dont la litière sera composée de paille de céréales contiendra plus de principes fertilisants, notamment d'azote, que l'engrais dont la litière aura été formée de débris organiques de toute nature. Cet engrais apportera dans le sol des quantités très-appréciables de substances alcalines, salines et siliceuses, dans un état où les céréales, qui les contiennent en proportions notables, pourront facilement se les assimiler.

Pour obtenir le fumier de ferme, on répand sous les animaux de la litière qui, pour la meilleure qualité de l'engrais, doit être, autant que possible, de la paille de céréales en quantité suffisante pour absorber les déjections des animaux.

Cette disposition est facile à exécuter pour les chevaux, mais il n'en

est point ainsi pour les bêtes à corne, et surtout à l'époque du printemps et de l'été, où les excréments des bestiaux sont extrêmement liquides. Il convient alors de pratiquer dans les étables des rigoles destinées à conduire dans des réservoirs les déjections liquides que la litière n'aurait pas absorbées.

Les étables à moutons ne nécessitent pas cette disposition; car, en raison de la solidité des excréments de ces animaux, la litière suffit toujours pour absorber les urines.

L'enlèvement des fumiers des écuries et des étables n'est point régulier. Dans les casernes de cavalerie, on renouvelle tous les jours la litière, après avoir enlevé le fumier et mis à part, pour la faire servir de nouveau, la litière qui n'est pas trop altérée; souvent on ne fait cette opération qu'une ou deux fois par semaine. Enfin, dans certaines exploitations, on met tous les jours de la litière neuve sur l'ancien fumier, et l'on ne s'arrête que lorsque l'élévation de l'écurie ou de l'étable ne permet plus d'y accumuler le fumier. Si l'on ne devait avoir en vue que la confection du fumier, il est certain que par ce dernier procédé on obtiendrait de très-bons résultats : la litière, brisée par le piétinement des animaux, s'imprégnerait plus sûrement de leurs déjections et subirait plus facilement une désorganisation ultérieure; mais il faut considérer aussi la santé des animaux, et il est démontré que dans les écuries et les étables où l'on procède ainsi, l'air est vicié par un dégagement notable d'ammoniaque.

Le fumier, enlevé des étables, est transporté dans des fosses où il ne tarde pas à s'échauffer, à entrer en fermentation, et à laisser dégager du carbonate d'ammoniaque. Il est important de modérer cette fermentation; car si elle était trop rapide, elle laisserait dissiper de l'azote en pure perte.

On modère la fermentation en maintenant dans la masse un certain degré d'humidité, en répandant tous les jours sur la fosse de nouveaux fumiers qui empêchent la température de s'élever rapidement, et qui peuvent agir aussi en absorbant les principes volatils de la fermentation.

Pour empêcher dans la confection du fumier la déperdition d'azote, on peut convertir en sulfate d'ammoniaque le carbonate d'ammoniaque volatil qui tend à se dégager. Cette conversion s'opère en saupoudrant de sulfate de chaux les tas de fumier. (M. Schattenmann.)

On doit se garder, comme on le fait dans certaines contrées, de remuer le fumier pour hâter sa décomposition; on perd ainsi une quantité considérable d'ammoniaque, et l'on diminue par conséquent sa valeur comme engrais.

Les précautions que l'on peut prendre pour éviter les déperditions qui ont lieu pendant la fermentation des fumiers sont toujours utiles. Gazzeri a prouvé, en effet, qu'en quatre mois le fumier de cheval perdait plus de la moitié de la matière sèche qu'il contenait avant la putré-

faction. M. Payen a trouvé également que du fumier de couche qui avait cessé de fermenter avait perdu les deux tiers de son azote primitif.

On pourrait croire, d'après ces observations, qu'il y aurait avantage pour le cultivateur à transporter directement le fumier des étables sur le sol sans lui laisser éprouver la fermentation des fosses; mais est-il bien certain que cette fermentation, dont on peut du reste prévenir les inconvénients, n'est pas nécessaire pour mettre les matières organiques des engrais dans un état d'assimilation convenable?

La dispersion du fumier frais sortant des écuries, sur les terres, ne peut être pratiquée qu'en petite culture; le transport journalier du fumier frais sur les terres d'une grande exploitation nécessite de grandes dépenses; tandis que le transport du fumier des fosses, dont le volume est diminué de moitié, s'effectue d'une manière convenable dans l'hiver, où la main-d'œuvre est moins chère, où les attelages n'ont pas d'autre occupation, et où les terres, presque nues, peuvent être facilement amendées.

Les questions qui se rapportent à l'emploi du fumier frais ou fermenté ne sont pas encore résolues; toutefois les agriculteurs les plus distingués semblent actuellement donner la préférence au fumier qui n'a pas encore éprouvé de fermentation.

Voici la composition élémentaire du fumier de ferme :

	Fumier desséché à 110°.	Fumier frais.
Carbone	35,8	7,41
Hydrogène	4,2	0,87
Azote	2,0	0,41
Oxygène	25,8	5,34
Sels et terre	32,2	6,67
Eau	»	79,30
	100,0	100,00

(M. Boussingault.)

Ces éléments sont répartis en moyenne de la manière suivante :

	Fumier sec.	Fumier frais.
Eau	»	70,90
Matières organiques	78,95	21,50
Matières minérales	21,05	6,22
Potasse et soude	2,47	0,66
Acide phosphorique	1,35	0,36
Azote assimilable	2,13	0,59
Ammoniaque équivalente	2,58	0,71

Les déjections des animaux sont quelquefois répandues directement sur le sol : ainsi, dans le *parcage*, on réunit pendant la chaleur du jour, et pendant la nuit, les troupeaux de moutons sur un espace resserré et

entouré de claies. Un mouton peut ainsi, en une nuit, fumer un espace d'un mètre carré. Ce mode de fumure est très-efficace, parce qu'il n'y a aucune déperdition solide ou liquide des déjections du mouton.

ENGRAIS SUISSE.

Dans quelques parties de la Hollande, de la Belgique, et surtout en Suisse, on fait peu usage de la litière; celle qui a servi est enlevée et lavée, pour être de nouveau employée sous les animaux, mais toujours en petite quantité.

Pour ne rien perdre des déjections, on pratique derrière les animaux une rigole dans laquelle se rendent toutes les urines; on y dirige aussi les matières solides qu'on délaye avec de l'eau. Cette rigole, dont on lève la vanne, communique avec des citernes placées dans la terre. La dimension de ces citernes est telle, que chacune d'elles suffit au service d'une semaine, et souvent à celui d'un mois. Lorsque la fermentation s'annonce par le dégagement de quelques bulles, on jette dans la citerne du sulfate de chaux pour convertir le carbonate d'ammoniaque en sulfate; on vide la citerne au moyen d'une pompe communiquant avec des tonneaux qui conduisent le produit de chaque semaine sur les terres en culture.

Le service hebdomadaire pour l'enlèvement de cet engrais liquide, nommé *lizier*, peut avoir quelques inconvénients; mais aussi le cultivateur a constamment à sa disposition un engrais liquide qui ne nécessite pas de litière, et dont les bons effets sont constatés par la prospérité agricole des pays où on l'emploie.

On doit à M. P. Thenard des recherches très-intéressantes sur les principes actifs contenus dans le fumier. Le plus abondant est celui auquel il a donné le nom d'*acide fumique*. Cet acide renferme :

Carbone	60,5
Hydrogène	5,1
Azote	5,5
Oxygène et soufre	29,0
	100,0

Cette composition est exprimée par la formule $C^{30}H^{15}AzO^{11}$.

Il se trouve dans le fumier à l'état de fumate d'ammoniaque, et s'obtient en lessivant le fumier et en précipitant par l'acide chlorhydrique la liqueur brune ainsi obtenue; l'acide fumique se dépose en flocons gélatineux prenant plus de consistance lorsqu'on le soumet à l'ébullition. Pour le purifier, il faut lui faire subir un certain nombre de dis-

solutions dans l'ammoniaque et de précipitations par l'acide chlorhydrique.

Séché, l'acide fumique constitue une masse amorphe noire, à cassure brillante, ressemblant au charbon de terre, et brûlant comme celui-ci avec une flamme brillante, en laissant un résidu charbonneux. Il est insoluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool et dans l'éther; les alcalis le dissolvent, et il forme avec les autres oxydes des combinaisons noires insolubles dans l'eau.

Par l'action simultanée de l'air et de l'eau, surtout en présence de l'argile et de l'alumine, l'acide fumique se transforme en un corps soluble jaune exempt d'azote et renfermant moins de carbone que l'acide fumique. C'est sous cette forme que, d'après M. Thenard, les végétaux s'assimilent la matière organique du fumier. (*Comptes rendus*, t. XLIV, p. 980.)

ENGRAIS FLAMAND.

En Flandre, on fait avec les matières liquides et solides provenant des déjections un engrais qui paraît puissamment contribuer à la fertilité de ce pays. Cet engrais se met en provision dans de vastes citernes, où on le puise à mesure des besoins et où l'on apporte de nouvelles matières pour remplir les vides; de telle sorte qu'il reste toujours dans ces citernes une certaine quantité des anciennes matières, qui concourent à déterminer une fermentation dont la durée doit être de quelques mois pour que l'engrais flamand ait acquis toutes ses propriétés fertilisantes : ce qu'on reconnaît, du reste, à la viscosité qu'il contracte par son séjour prolongé dans les citernes. Cette fermentation est lente et elle occasionne peu de déperdition. On ajoute assez souvent à cet engrais des tourteaux, qui y éprouvent une désagrégation favorable à l'assimilation de leurs principes fertilisants. (M. Kuhlmann.)

Le produit des vidanges n'est cependant pas toujours soumis à une fermentation préalable; lorsque les chemins sont praticables et que l'époque de la fumure est arrivée, ce produit, recueilli dans les grands centres de population, est directement conduit sur les champs pour y être répandu.

On ne conçoit pas que l'exemple du bon effet de cet engrais n'ait pas encore déterminé l'emploi général en agriculture des matières fécales qu'on laisse perdre sur presque tous les points de la France.

L'odeur des matières fécales a été jusqu'à présent un des principaux obstacles à leur emploi. En les mélangeant à des substances charbonneuses, on est arrivé à les désinfecter à peu près entièrement (MM. Salmon et Payen). Tous les sels métalliques qui agissent sur le sulfhydrate d'ammoniaque, et que l'on peut se procurer à bon compte, tels que le sulfate de fer, le chlorure de manganèse, les sels de plomb, etc., opèrent la désinfection des matières fécales.

POUDRETTE.

Depuis près d'un demi-siècle, on confectionne, surtout dans les environs des grandes villes, avec la partie solide des matières fécales, un engrais pulvérulent appelé *poudrette*, qui, quoique peu persistant, communique une grande activité à la végétation. Il suffit d'examiner le mode de préparation de cet engrais pour reconnaître qu'on n'utilise ainsi qu'une portion des matières fécales, et qu'on laisse perdre en pure perte une partie importante de leurs principes fertilisants.

Dans la fabrication de la poudrette, les matières fécales liquides et solides sont reçues dans des bassins superposés munis de vannes de décharge; au bout de quelque temps, il se fait un départ. On ouvre les vannes pour faire écouler dans les égouts les urines dont on ne tire aucun parti; on enlève les matières solides pour les répandre sur des terrains inclinés, où, à mesure qu'elles se dessèchent, on les remue avec des pelles pour les convertir en matières pulvérulentes.

Il est évident qu'on perd ainsi toute la substance liquide si riche en azote, et qu'on laisse dégager en pure perte par l'exposition à l'air, par la dessiccation, par le remuement fréquent, une partie des sels ammoniacaux.

Néanmoins la poudrette présente, sous un faible volume, une grande quantité de sels, et surtout de phosphates, dont la présence augmente toujours l'efficacité d'un engrais.

En distillant la poudrette à 200° ou 300°, on a obtenu, sur 100 parties, 52,3 d'un liquide ammoniacal, et 47,3 de résidu sec, renfermant surtout des sels ammoniacaux fixes. La matière contenue dans la poudrette donne, par la distillation sèche, environ 0,126 d'ammoniaque, et en renferme une quantité à peu près égale à l'état de carbonate.

(M. Jacquemart.)

La poudrette de Montfaucon et celle de Bercy renferment :

Matières organiques	29,00	24,10
Sels solubles alcalins	0,43	0,85
Carbonate d'ammoniaque	traces	»
Carbonate de chaux	3,87	7,36
Sulfate de chaux	3,87	4,00
Phosphate ammoniaco-magnésien	6,55	5,45
Phosphate de chaux	3,46	1,44
Matières terreuses	24,82	43,20
Eau	28,00	13,60
	100,00	100,00
Azote	1,78	1,98

(M. Soubeiran.)

Les matières fécales sont encore employées en agriculture, après

avoir été mélangées avec de la terre végétale carbonisée; par ce procédé, la désinfection est opérée, et l'on obtient un engrais très-estimé, connu sous le nom de *noir animalisé*.

GUANO.

On trouve sur les îlots de la mer du Sud et sur les côtes sud-ouest de l'Afrique, des couches de 17 à 20 mètres d'épaisseur, formées par des excréments d'oiseaux; ces excréments constituent le *guano*, engrais très-puissant, qui est aujourd'hui l'objet d'un commerce assez étendu.

Le guano renferme en proportions considérables des urates, des oxalates, des phosphates et des carbonates d'ammoniaque. La composition est d'ailleurs très-variable, selon sa provenance, comme on le voit par les analyses suivantes de divers échantillons.

	GUANOS D'AFRIQUE.			GUANOS D'AMÉRIQUE.		
Matières organiques combustibles (acides urique, oxalique, ulmique)	39,5	37,0	42,59	11,3	36,5	35,0
Ammoniaque à l'état de carbonate, urate, etc	9,5	9,5		31,7	8,6	7,5
Sels alcalins fixes, sulfates, phosphates, chlorures	7,3	6,5	7,08	8,1	6,5	8,2
Phosphates de chaux et de magnésie	17,5	18,0	22,39	22,5	20,5	22,5
Oxalate de chaux	»	»	»	2,6	»	»
Sable et matières terreuses	1,3	0,5	0,81	1,6	1,5	2,6
Eau	25,0	28,5	27,13	22,2	26,0	25,0
	100,1	100,0	100,00	100,0	100,0	100,8

On fabrique en Angleterre du guano artificiel en mélangeant de la poussière d'os, du sel marin, des sulfates de chaux, de soude et d'ammoniaque, et de l'urine.

Le guano est un engrais très-actif, qui doit être employé avec ménagement; on le mélange quelquefois au plâtre, ce qui empêche la perte, par volatilisation, des sels ammoniacaux.

Les fientes des poules, et surtout celle des pigeons, constituent aussi des engrais très-favorables, la *poulaitte* et la *colombine*.

Les fientes récentes de ces oiseaux renferment :

	Pigeon.	Poule.
Matières organiques (débris de plumes, acide urique, urate d'ammoniaque)	18,11	16,20
Matières salines (phosphate et carbonate de chaux, sels alcalins, etc.)	2,28	5,24
Gravier et sable siliceux	0,61	5,66
Eau	79,00	72,90
	100,00	100,00

(M. Girardin.)

NOIR ANIMAL.

Le noir animal qui a servi dans les raffineries à la clarification du sucre forme, après cet emploi, un engrais très-usité, surtout dans l'ouest de la France; sa consommation annuelle s'élève à 12 millions de kilogrammes.

Le noir animal renferme d'abord du phosphate de chaux provenant des os qui ont servi à le préparer; en outre, quand il a servi au raffinage, il retient 20 à 22 centièmes environ de sang de bœuf coagulé, qui agissent comme 400 parties de sang liquide ou 100 parties de sang sec. C'est surtout cette matière animale qui développe dans le noir des propriétés fertilisantes si remarquables; le sucre, qui s'y trouve aussi en petite quantité, paraît nuisible à la végétation, ce qui fait qu'on n'emploie souvent cet engrais qu'après lui avoir fait subir la fermentation. (MM. Girardin et du Breuil.)

La composition des divers noirs est assez variable, comme le montre le tableau suivant :

PROVENANCE et nom DES NOIRS.	CHARBON et matière organique, y compris l'azote.	SELS solubles dans l'eau.	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATES de chaux et de magnésie.	SILICE, alumine, oxyde de fer.	AZOTE sur 100 parties d'engrais, sec.
Nantes	35,2	1,3	52,6	5,3	5,6	2,660
Marseille	17,1	1,8	63,2	11,8	6,1	1,853
Bordeaux	21,5	1,7	63,9	9,9	3,0	1,653
Valenciennes	9,7	3,3	70,0	11,5	5,5	0,750
Dunkerque	11,0	1,3	56,0	8,7	10,0	1,020
Lille	11,2	1,6	55,0	21,0	10,6	1,010
Paris	14,5	2,0	67,0	10,9	5,0	1,830
Orléans	11,7	3,3	63,0	8,9	13,1	1,750
Hambourg	20,5	1,7	55,8	5,4	16,6	1,730
Russie	11,7	1,5	68,7	10,1	7,0	1,085
Trieste	17,9	1,3	62,1	9,7	9,0	0,980
Venise	14,0	0,5	75,0	5,5	5,0	1,450

(MM. Moride et Bobierre.)

Nous mentionnerons seulement l'emploi comme engrais d'autres substances azotées, telles que les *débris des animaux*, le *sang desséché*, les *os pulvérisés*, les *chiffons de laine*, les *boues des villes*, les *vases des étangs*, etc.

ENFOUISSEMENT DES VÉGÉTAUX.

L'*enfouissement des récoltes en vert* est encore un mode de fumure assez avantageux, comme nous l'avons dit en parlant de la culture du trèfle comme plante améliorante; mais il faut avoir soin de ne cultiver dans

le but de les employer comme *engrais verts*, que des plantes empruntant à l'atmosphère les principes qui leur sont utiles; car le sol, étant épuisé, ne peut servir que de support.

On emploie généralement pour ces enfouissements des plantes légumineuses, telles que le lupin, les fèves et les vesces; ou bien encore la spergule, le tabac, le sarrasin, le *Media sativa* et les navets.

Ce n'est pas seulement par leurs facultés hygrométriques, et parce qu'elles apportent dans le sol des matières azotées, que les plantes enfouies contribuent à l'acte de la végétation; il faut tenir compte aussi des matières salines qu'elles renferment, et dont la présence explique l'efficacité de l'enfouissement de toutes les plantes marines de la famille des algues, qui sont recueillies sur les côtes de Normandie, de Bretagne, d'Écosse et d'Irlande, pour augmenter la fertilité du sol.

COMPOSTS.

Nous terminerons l'étude des engrais en parlant de ces mélanges artificiels pouvant servir comme substances fertilisantes, et connus sous le nom de *composts*. On les obtient en mélangeant entre eux les divers engrais que nous avons cités précédemment, et y ajoutant du plâtre, de la suie, de la marne, des débris de démolition, etc. Parmi les nombreuses recettes données pour fabriquer ces composts, nous citerons celle de l'*engrais Jauffret*. Pour le préparer, on réunit de mauvaises herbes, de menues branches d'arbres, des fougères, etc., et l'on en forme une meule qu'on arrose avec de la *lessive* ou *levain d'engrais*. On obtient ce levain en délayant dans l'eau, de manière à former 10 hectolitres de lessive, les matières suivantes :

Urines et matières fécales	100 kil.
Suie de cheminée	25
Plâtre en poudre	200
Chaux vive	30
Cendres de bois non lessivées	10
Sel marin	0,500
Salpêtre raffiné	0,320
Levain d'engrais d'une opération précédente, pouvant être remplacé par des matières fécales	25

On arrose la meule avec cette lessive à plusieurs jours de distance; les matières s'échauffent, fermentent, se désagrégent, et constituent un engrais qui, dans certains cas, présente de l'avantage et de l'économie.

QUANTITÉ D'ENGRAIS A EMPLOYER.

Quoique l'emploi des engrais soit justifié par la fertilité qu'ils communiquent aux sols arables et par l'abondance des récoltes, cet emploi

doit cependant être limité et se répartir de préférence sur plusieurs années, au lieu d'être appliqué en une seule fois pour obtenir plusieurs récoltes successives. Des expériences précises ont prouvé qu'en doublant la quantité de guano, c'est-à-dire en employant en une seule année, pour la fumure de trois ans, 600 kilogrammes de cette substance au lieu de 300 par hectare, les récoltes avaient été loin d'équilibrer la dépense, puisque, dans les trois années réunies, il n'avait été obtenu qu'un excédant de récolte de 400 kilogrammes de foin pour un excédant de guano de 300 kilogrammes. Un résultat tout différent eût été obtenu si les 600 kilogrammes de guano avaient été répandus par tiers chaque année. (M. Kuhlmann.)

Pour les plantes qui puisent dans l'atmosphère les principes servant à leur développement, ou qui, devant être enfouies en vert, restituent au sol plus qu'il ne leur a fourni, les engrais doivent être ménagés, et leur quantité doit être sagement calculée par les cultivateurs, pour ne pas enfouir des valeurs qui, sans être précisément inutiles au sol, ne seraient pas payées par les produits obtenus. Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de plantes qui, tout en recevant quelques-uns des principes de l'atmosphère, s'approprient en bien plus grande quantité ceux du sol; c'est ce qui a lieu pour les céréales, les choux, les betteraves, les pommes de terre, les navets, le chanvre, le lin, le pastel, la garance. Il faut alors réparer l'épuisement du sol en rendant aux terres par d'abondants engrais les principes organiques que les récoltes successives leur ont enlevés.

EMPLOI DES SELS AZOTÉS.

Après avoir reconnu que les engrais ont la propriété d'apporter dans le sol l'azote, cet élément indispensable à l'accroissement des végétaux, on a été amené à rechercher s'il ne serait pas utile de présenter l'azote aux plantes sous une autre forme et dans un état plus assimilable, en employant des azotates, des sulfates, des chlorhydrates et des carbonates d'ammoniaque.

L'agriculture pratique n'est pas encore entrée dans cette voie; nous ne pouvons donc qu'appeler son attention sur des expériences faites par des hommes dont l'autorité scientifique est encore rehaussée par l'expérience agricole.

La première idée de l'emploi des sels ammoniacaux dans l'agriculture est due à M. Liebig, qui a constaté la présence des sels ammoniacaux dans les eaux de pluie et de neige, qui ramènent constamment ces sels au sol, où les racines des plantes en absorbent une partie.

L'action remarquable du guano, qui contient des urates, des oxalates, des phosphates et des carbonates d'ammoniaque, est venue encore démontrer tout ce qu'on pouvait espérer de l'emploi direct des sels azotés sur les sols en culture.

M. Schattenmann a étudié d'une manière directe les effets du sulfate et du chlorhydrate d'ammoniaque sur la végétation.

Ses expériences, qui datent de 1843, ont été faites avec des dissolutions de ces sels marquant un degré à l'aréomètre de Baumé ; la dose était de 100 hectolitres par hectare. Les effets de ces sels sur le froment ont été des plus prononcés, et sur des prairies naturelles ils ont été tels, que les prairies ont rendu 10 000 kilogrammes de foin par hectare, tandis que ces mêmes prairies n'en donnent que 5000 lorsqu'elles n'ont pas reçu de sels ammoniacaux. M. Schattenmann a reconnu en outre que ces mêmes sels, si efficaces sur les froments et les prairies naturelles, n'exercent aucune action sur le trèfle et la luzerne.

M. Kuhlmann s'est livré à une série d'expériences dont nous allons essayer de reproduire les principaux résultats. Il a examiné, sur une vaste prairie dont toutes les parties étaient dans les mêmes conditions, l'action des sels ammoniacaux et de l'azotate de soude : les effets de ces sels ont été comparés à ceux obtenus dans les circonstances ordinaires sur une prairie sans engrais, et sur cette même prairie ayant reçu pour engrais une dissolution gélatineuse, de l'urine de cheval et de l'engrais flamand.

La dissolution gélatineuse provenait de l'ébullition des os dans l'eau : ce liquide contenait 2,5 pour 100 de gélatine impure et altérée.

L'eau ammoniacale des usines à gaz était celle dans laquelle on faisait passer le gaz pour le purifier ; il y amenait une certaine quantité d'ammoniaque, que M. Kuhlmann a convertie en chlorhydrate par l'addition de l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition des os pour en obtenir la gélatine : c'était donc une solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 4° qui a été employée dans cette expérience.

es résultats des expériences de M. Kuhlmann sont consignés dans le tableau suivant :

NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE DE L'ENGRAIS EMPLOYÉ.	Quantité par hectare.	Prix pour 100 kilogr. transportés sur les terres.	Quantité de foin récoltée sans addition d'engrais, par hectare.	Quantité de foin supplémentaire due à l'engrais.	Prix du foin pour 100 kil.	Dépense.	Recette.	DIFFÉRENCE exprimant le bénéfice par + et la perte par —
		kil.	fr. c.	kil.	kil.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1.	Chlorhydrate d'ammoniaque.	266	100 00	4000	1716	8	266 00	137 28	— 128 72
2.	Sulfate d'ammoniaque. . . .	266	60 00		1233		159 60	98 64	— 60 96
3.	Azotate de soude.	133	65 00		800		86 45	64 00	— 22 45
4.	Azotate de soude.	266	65 00		1723		172 90	137 84	— 35 06
5.	Eau ammoniacale des usines à gaz.	lit. 5400	1 00		2300		54 00	184 00	+ 130 00
6.	Dissolution gélatineuse des fabriques de noir animal.	21666	0 75		2493		162 49	199 44	+ 37 00
7.	Urines de cheval.	21666	0 75		2240		162 49	179 20	+ 17 20
8.	Engrais flamand.	21666	0 75		3433		162 49	274 64	+ 112 64

En considérant cette expérience sous le point de vue pratique, ainsi que l'a fait M. Kuhlmann, on reconnaît que l'emploi des sels ammoniacaux et de l'azotate de soude, tels qu'on se les procure dans le commerce, occasionne une perte d'un tiers sur la dépense; mais cette perte serait restreinte si l'on tenait compte du produit des regains.

Il faut ensuite faire remarquer que la valeur des sels employés n'est aussi élevée que parce qu'on ne les trouve dans le commerce que dans un état de pureté convenable aux industries qui les emploient, ou parce qu'à leur entrée en France, ils sont passibles d'un droit de douane que l'État perçoit sur l'azotate de soude; tandis que si leur usage en agriculture se propageait, on utiliserait les urines pour leur préparation, ou bien on obtiendrait sans doute du gouvernement une diminution des droits qu'il perçoit à la frontière. Mais le n° 5 du tableau doit surtout fixer l'attention par ses résultats remarquables; car avec une dépense de 54 francs, on a obtenu en une seule récolte un bénéfice net de 130 francs. M. Kuhlmann, au moyen de cette dissolution de sel ammoniacal, a pu effectuer quatre coupes d'herbe dans une année. A la vérité, on doit faucher avant la floraison : c'est un fourrage qu'on donne en vert aux vaches et aux chevaux.

M. Kuhlmann a continué ses expériences en 1844; les résultats ont confirmé ceux qu'il avait obtenus l'année précédente.

On remarque en agriculture que l'effet des engrais n'est pas toujours limité à l'année où on les répand sur les terres; il était donc important de s'assurer si l'emploi des sels azotés exerçait une influence au delà de l'année où on les avait employés. Cette recherche a été l'objet d'expériences que M. Kuhlmann a faites en 1845, en tenant compte du poids de la récolte de cette année, sur laquelle il n'avait été fait aucun usage d'engrais; il a constaté que ces récoltes, qui avaient donné un si grand excédant en 1844, en raison de l'engrais ammoniacal qu'elles avaient reçu, étaient toutes inférieures en poids à celle qui servait de terme de comparaison et qui n'avait reçu aucun engrais.

Ainsi les sels ammoniacaux exercent sur la végétation une influence qui cesse d'avoir son effet sur les récoltes suivantes; mais, en 1846, M. Kuhlmann s'est assuré que l'emploi de l'engrais ammoniacal ranimait la végétation, et que la récolte était en tout comparable à celle de 1844.

Après avoir démontré ainsi que la part principale de l'action des engrais appartient aux principes azotés, M. Kuhlmann a aussi déterminé l'influence des principes alcalins qui se trouvent dans les plantes, et dont l'action sera d'autant plus efficace qu'on les présentera aux végétaux dans des conditions de solubilité telles que leur absorption se fasse graduellement et sans que les pluies en fassent perdre une partie.

Dans ces expériences, l'auteur a surtout démontré combien les phosphates et le sel marin, associés aux sels azotés sous certaines conditions d'humidité, étaient favorables à la végétation.

Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant :

NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE DE L'ENGRAIS EMPLOYÉ EN 1845 PAR HECTARE.	RÉCOLTE OBTENUE en foin.	RÉCOLTE OBTENUE en regain.	RÉCOLTE OBTENUE TOTAL.	EXCÉDANT dû à l'engrais. en foin.	EXCÉDANT dû à l'engrais. en regain.	MANQUANT dû à l'engrais. en foin.	MANQUANT dû à l'engrais. en regain.	RÉSUMÉ de l'année 1845.	RÉCOLTE EN FOIN OBTENUE EN 1846 par une nouvelle addition des mêmes quantités d'engrais.	EXCÉDANT DE FOIN dû à l'engrais.	MANQUANT DE FOIN dû à l'engrais.	RÉSUMÉ des années 1845 et 1846.
		kil.	kil.	kil.									
1.	Aucun engrais	5608	2136	7744	»	»	»	»	»	3519	»	»	»
2.	200 chlorhydrate d'ammoniaque	7665	1723	9388	2057	»	»	413	+ 1644	5576	2057	»	+ 3700
3.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 300 silicate de potasse	7540	1676	9216	1932	»	»	460	+ 1472	5680	3160	»	+ 3632
4.	300 silicate de potasse	6000	1660	7660	392	»	»	476	+ 84	3523	4	»	— 80
5.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 300 carbonate de soude cristallisé	8553	1987	10540	2715	»	»	140	2596	5703	2184	»	+ 4780
6.	300 carbonate de soude cristallisé	6140	1950	8090	532	»	»	106	+ 346	3336	»	182	+ 164
7.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 150 phosphate de soude cristallisé	8100	2080	10180	2492	»	»	56	+ 2436	5263	1741	»	+ 4180
8.	150 phosphate de soude cristallisé	6960	2417	9377	1352	291	»	»	+ 1633	3430	»	89	+ 1544
9.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 300 phosphate de chaux des os	8107	2107	10214	2499	»	»	29	+ 2470	6020	2507	»	+ 4977
10.	300 phosphate de chaux des os	7393	1837	9230	1785	»	»	299	+ 1486	3670	150	»	+ 1676
11.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 1000 cendres de tabac	8067	2090	10157	2459	»	»	46	+ 2413	5850	2330	»	+ 4743
12.	1000 cendres de tabac	5910	2180	8090	302	44	»	»	+ 346	3060	147	»	+ 191
13.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 4000 cendres de houille	7827	2203	10130	2219	167	»	»	+ 2386	5186	1067	»	+ 4053
14.	4000 cendres de houille	6273	2650	8923	668	214	»	»	+ 870	2056	»	562	+ 317
15.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 200 sel marin	8350	2777	11127	2742	641	»	»	+ 3383	5823	2304	»	+ 5687
16.	200 sel marin	6335	2570	8903	725	434	»	»	+ 1159	3966	447	»	+ 1606
17.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 500 plâtre cuit	7357	2317	9674	1949	»	»	19	+ 1930	5053	1534	»	+ 3464
18.	500 plâtre cuit	5370	2237	7607	»	101	238	»	— 137	3103	»	415	— 552
19.	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 500 craie en poudre	7030	1933	8963	1422	»	»	203	+ 1219	4960	1440	»	+ 2659
20.	500 craie en poudre	5407	2113	7520	»	»	201	23	— 224	3186	»	332	— 556
21.	300 chaux éteinte	5767	2303	8070	159	107	»	»	+ 326	3260	»	169	+ 157
22.	200 azotate de soude et 200 chaux éteinte	7520	2160	9680	1912	24	»	»	+ 1936	4583	1064	»	+ 3000
23.	200 azotate de soude	7960	2383	9513	1652	147	»	»	+ 1799	4522	1004	»	+ 2803
24.	800 tourteaux de lin	6443	2490	8933	835	354	»	»	+ 1189	4176	657	»	+ 1840
25.	800 huile de colza	5483	2340	7823	»	204	125	»	+ 79	»	»	»	»
26.	800 goudron de gaz	5507	2243	7750	»	107	191	»	+ 6	»	»	»	»

M. Kuhlmann a terminé la série de ses belles recherches par des expériences qui démontrent que dans les années de grande sécheresse, l'emploi des sels non azotés qu'on rencontre ordinairement dans la cendre des végétaux tend à diminuer la récolte plutôt qu'à l'augmenter, que ces sels soient employés seuls ou qu'ils soient associés avec des sels à base ou à acide azoté.

Les résultats consignés dans le tableau suivant ont été obtenus en 1846, année fort sèche, et pendant laquelle, par conséquent, les matières salines employées n'étaient pas dans des conditions de solubilité convenables pour produire un effet continu et régulier. Ils confirment les résultats généraux du tableau précédent, et ils auraient probablement été tout autres si l'année eût été pluvieuse.

NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE DES ENGRAIS répandus LE 20 AVRIL 1846 POUR 1 HECTARE.		FOIN récolté le 8 juin 1846.	EXCÉDANT dû aux engrais.	MANQUANT dû aux engrais.
		kilogr.			
1.	Aucun engrais	»	3323	»	»
2.	Sel marin	67	2890	»	433
	Carbonate de soude sec	125			
	Sulfate de soude	83			
	Silicate de potasse	350			
	Chaux vive	300			
	Phosphate de chaux des os	180			
3.	Sel marin	67	4660	1337	»
	Azotate de soude	200			
	Sulfate de soude	83			
	Silicate de potasse	350			
	Chaux vive	300			
	Phosphate de chaux des os	130			
4.	Azotate de soude	200	4726	1403	»

Nous avons essayé d'établir comment les végétaux croissent, se développent et parcourent toutes les phases de la vie végétale; nous avons indiqué comment la culture, par ses soins, son expérience et ses moyens, concourait à ce développement; nous avons présenté le résumé des expériences récentes entreprises dans le but de constater l'effet des sels azotés sur la végétation des plantes.

Quoique les résultats obtenus soient déjà satisfaisants, nous ne pouvons trop répéter que ces essais ne sont pas assez nombreux et assez généralement concluants, et qu'ils ne font pas encore assez autorité pour qu'on en fasse une application absolue dans de grandes exploita-

tions. Les agriculteurs doivent expérimenter eux-mêmes avec réserve, sur une petite échelle d'abord, et en tenant compte de toutes les circonstances et de tous les résultats.

Il faut se rappeler que jusqu'à présent il n'y a rien de plus économique et de plus certain que l'emploi du fumier, qui, en se décomposant lentement, à mesure que la végétation fait des progrès, donne successivement à la plante qui se développe les sels, les vapeurs ammoniacales et l'acide carbonique qui sont utiles à son accroissement.

RÉSUMÉ DES RECHERCHES DE M. FREMY SUR LES CORPUSCULES ORGANISÉS.

Nous croyons devoir donner ici l'extrait d'un travail qui n'était pas encore terminé lorsque nous avons parlé des ferments (tome V, p. 203).

Les questions que nous allons examiner, présentent du reste une certaine analogie avec celles qui ont été traitées dans les chapitres précédents.

L'organisme ne crée pas seulement des substances bien définies, telles que le sucre, l'acide tartrique, la quinine, les essences, l'urée, etc., que M. Chevreul a désignées sous le nom de *principes immédiats*, et dont il a donné avec tant de netteté l'importante définition.

A côté de ces corps aujourd'hui bien étudiés et que la synthèse chimique a pu souvent reproduire, il en est d'autres beaucoup plus complexes que les précédents, qui échappent à la reproduction synthétique, qui résultent, dans quelques cas, de l'association de plusieurs principes immédiats organiques et inorganiques, et qui peuvent affecter l'état liquide ou l'état solide.

Le travail que nous analysons ici a eu pour but d'étudier le mode de formation, la constitution et le rôle physiologique de quelques-uns de ces corps.

L'auteur désigne ces substances, qui tiennent le milieu entre les organes et les principes immédiats, sous les noms de *substances hémiorganisées* et de *corpuscules organisés;* il admet qu'elles résultent de véritables *associations organiques*, qui sont produites par la réunion de plusieurs principes immédiats différents.

Les substances hémiorganisées sont en général liquides, mais peuvent prendre une forme, se solidifier, grouper d'autres corps autour d'elles, et s'organiser réellement, sous l'influence d'une force que l'organisation leur a donnée, qui est une sorte de vitalité; elles constituent alors des corpuscules organisés.

Dans quelques cas, ces corpuscules présentent une constitution assez simple, et souvent même sont presque uniquement formés par l'association organique de corps isomériques non azotés, comme cela arrive pour les grains d'amidon.

Dans d'autres cas, les corpuscules organisés, tels que les grains vitellins, sont constitués par la solidification d'une substance albumineuse ou vitelline, associée à une faible proportion de matières minérales.

Il peut arriver que dans d'autres corpuscules, comme ceux qui forment les os, la substance minérale soit au contraire en grand excès par rapport à la matière organique.

Le rôle physiologique de ces corpuscules organisés est facile à définir. On peut dire qu'en général, ils servent au développement et à la constitution des tissus en voie de formation, dont ils apportent les éléments constitutifs sous un état favorable à l'assimilation.

Il est souvent impossible de suivre le mode de production des corpuscules organisés, parce qu'ils s'engendrent dans les organes mêmes.

Mais il est un cas dans lequel on voit apparaître les corpuscules organisés dans une liqueur limpide, ce qui permet alors d'en suivre le développement et le mode de production : c'est celui de la formation des ferments alcooliques.

L'auteur de ce travail n'hésite pas à assimiler les grains de levûre de bière et de ferments alcooliques aux corpuscules organisés dont la définition vient d'être donnée ; il les compare aux grains d'amidon, aux grains vitellins, et il aborde alors une série de questions relatives à l'origine de ces corpuscules, à leur mode de développement et à leur rôle physiologique.

Lorsqu'on abandonne à l'air un suc de fruit parfaitement clair, comme celui du raisin, tout le monde sait qu'en peu de temps le liquide se remplit d'une quantité innombrable de petits corpuscules organisés, qui sont des grains de ferments.

Quand on introduit des grains d'orge dans une dissolution de sucre, et qu'on expose la liqueur à une température de 25° environ, on voit bientôt les grains se gonfler, s'ouvrir ensuite, et laisser sortir des milliers de grains de levûre.

M. Fremy explique la production du ferment alcoolique dans ces deux cas, de la manière suivante :

La levûre de bière est un corpuscule organisé qui résulte de l'association de plusieurs corps différents, organiques et inorganiques.

Cette organisation de la levûre de bière, c'est-à-dire la solidification des éléments qui la constituent, est le résultat de l'influence d'un corps hémiorganisé soluble qui se produit dans le raisin au moment de sa maturité ou dans l'intérieur du grain d'orge, comme se forme la diastase pendant la germination de l'orge ; ce corps a reçu de l'organisme le pouvoir de constituer des corpuscules organisés en groupant autour de lui et en solidifiant des principes immédiats.

Ce phénomène d'organisation de la levûre de bière étant dû à l'influence d'un corps soluble, peut se faire aussi facilement dans une liqueur transparente, comme le suc de raisin, que dans une graine comme l'orge ; à la condition, toutefois, que la liqueur contienne,

comme cela arrive pour les sucs de fruits ou pour l'orge, tous les éléments constitutifs de la levûre de bière. L'ébullition de la liqueur paralysera en partie l'organisation de la levûre, parce qu'elle coagule un des éléments constitutifs des corpuscules et qu'elle altère le corps hémiorganisé qui est l'agent de l'organisation.

Cette force d'agrégation que M. Fremy attribue à un corps soluble n'est pas sans exemples. Ne sait-on pas, en effet, que le principal ferment animal, la *pepsine*, qui rend soluble la fibrine, a aussi la propriété d'agréger et de solidifier la caséine du lait?

Cet élément agglutinateur de la levûre se produit fréquemment dans l'organisme : les grains de levûre de bière, une fois formés, en retiennent dans leur intérieur une certaine quantité, et peuvent le céder à un liquide ; aussi, en mettant ces grains dans une liqueur qui contient tous les éléments constitutifs de la levûre, peut-on engendrer de nouveaux corpuscules de levûre. C'est là ce qu'on a nommé la *germination* ou la *gemmation* de la levûre, et qui n'est, pour M. Fremy, qu'un phénomène d'association et d'agglomération organiques, effectué par un corps soluble que la levûre contient et sécrète.

Telle est la théorie que M. Fremy propose pour expliquer la production des corpuscules organisés qui constituent les ferments alcooliques; des expériences nombreuses sont venues la confirmer. Ainsi des liqueurs albumineuses et sucrées ont été exposées à l'air pendant longtemps, et n'ont pas produit de levûre ; mais dès qu'on les a soumises à l'influence du corps hémiorganisé soluble retiré d'un fruit ou des grains de levûre, le phénomène d'organisation a commencé, et la liqueur a donné des quantités de corpuscules solides de ferment, qui se trouvaient en rapport avec la proportion de substances contenues dans le liquide.

Cette théorie de la formation des ferments diffère donc complétement de celle qui a été proposée par M. Pasteur : elle explique l'apparition des ferments dans des liqueurs limpides; elle n'est pas basée sur l'existence de germes invisibles, et se trouve à l'abri des objections suivantes, que l'on peut opposer à la théorie fondée sur la panspermie.

1° Si l'on admet que les grains de levûre dérivent de germes, il faut également admettre l'existence de germes pour tous les corpuscules organisés qui ressemblent à la levûre, tels que les grains de fécule, les grains vitellins, les corpuscules osseux, etc. Dans cet ordre d'idées, les cellules elles-mêmes devraient dériver de germes. Or, ces germes n'ont jamais été constatés. On dit qu'ils sont trop ténus, qu'ils échappent à l'observation microscopique. Nous l'accordons; mais serait-ce se montrer trop exigeant que de demander à voir les êtres qui ont produit ces germes, et qui doivent ressembler aux individus que les germes produiront? On ne les montrera jamais.

2° Dans la théorie panspermiste, comment explique-t-on l'apparition de la levûre alcoolique dans un suc de raisin filtré avec le plus grand soin et complétement limpide ? De deux façons différentes.

On dit d'abord que les germes de la levûre se trouvent dans le liquide et qu'ils sont invisibles; on dit aussi qu'ils existent dans l'air, qu'ils tombent dans la liqueur fermentescible, qu'ils s'y développent et qu'ils forment les grains de levûre.

Discutons ces deux théories.

Les germes de levûre se trouvent, dit-on, dans les liquides fermentescibles, mais ils sont invisibles.

Cette assertion nous paraît difficile à soutenir en présence de l'expérience bien connue de Gay-Lussac.

On sait que cette expérience consiste à produire du suc de raisin à l'abri de l'air, en écrasant quelques grains de raisin sous une cloche remplie de mercure : le jus qui se forme ainsi ne fermente pas.

Dans la théorie des germes invisibles préexistant dans le suc de raisin, la fermentation devrait cependant s'établir, car on sait que la fermentation d'une liqueur sucrée contenant de la levûre ou des germes qui en formeraient, se produit parfaitement dans un flacon qui ne présente pas d'air et qui se trouve même rempli d'acide carbonique.

C'est pour échapper à plusieurs objections de cette nature qu'on a eu recours à la panspermie atmosphérique.

On a admis l'existence dans l'air des germes ou des graines de ferments alcooliques, qui deviennent la cause de la fermentation, lorsque, dans l'expérience de Gay-Lussac, on fait arriver une bulle d'air dans le suc de raisin, qui d'abord ne fermentait pas.

D'après l'hypothèse qui attribue la production de la levûre de bière à des germes, la panspermie atmosphérique devient en effet une nécessité; car, dans une foule de circonstances, on voit apparaître des grains de levûre dans des liqueurs, telles que des décoctions sucrées de levûre, qui ont été soumises à l'ébullition, et dans lesquelles les partisans les plus ardents de la panspermie n'admettent plus l'existence des germes.

Examinons donc cette question capitale. L'air atmosphérique contient-il des germes de ferments alcooliques?

Nous dirons d'abord que si l'air contenait ces germes, il faudrait qu'il y en eût beaucoup et qu'il s'en trouvât partout; car, dans tous les pays, une décoction sucrée de levûre, une décoction de malt, ou un suc de fruit, exposés à l'air, entrent rapidement en fermentation lorsque la température est convenable.

Mais, nous voulons pousser la discussion plus loin, et nous avons la prétention de démontrer rigoureusement que l'air atmosphérique ne contient pas de germes de levûre alcoolique.

Nous rappellerons ici un des faits les plus importants consignés dans les mémoires de M. Pasteur.

Pour démontrer que le ferment ne provient pas de la modification des substances albumineuses, et que, dans la formation du ferment, l'albumine n'est qu'un aliment destiné au développement des germes

de la levûre alcoolique, M. Pasteur a composé une liqueur qui ne contient pas d'albumine, et dans laquelle cependant le ferment se développe avec facilité : cette liqueur est formée par un mélange de sucre, de sels ammoniacaux et de phosphates.

Nous avons pris cette liqueur, si favorable, d'après M. Pasteur, au développement des germes de ferment; nous l'avons fait bouillir pour la débarrasser des germes qu'elle pouvait contenir, nous l'avons exposée à l'air pendant des journées et des mois entiers, et nous n'avons jamais vu s'y produire un seul de ces grains de ferment que les germes atmosphériques auraient dû y apporter.

Si l'on pouvait se servir de l'air atmosphérique pour semer sans frais, dans une liqueur convenablement choisie, des germes de levûre de bière, on résoudrait le problème industriel important de la formation de la levûre sans orge germée : tout le monde sait que cette solution n'est pas encore trouvée.

Nous sommes donc conduit à rejeter la panspermie atmosphérique, lorsqu'on l'applique à la production des grains de levûre, et à nier formellement l'existence dans l'air des germes de ferment alcoolique.

3° Nous arrivons actuellement à la question importante de la germination ou de la gemmation du ferment alcoolique.

Comme dans la théorie panspermiste, on ne veut pas accepter que les éléments solubles d'une liqueur puissent s'organiser et constituer les corpuscules de ferment, on admet, sans hésitation, la germination ou la gemmation des grains de levûre, que l'on assimile à des espèces de graines, ou à des végétaux qui bourgeonnent.

Nous venons également contester la germination ou la gemmation de la levûre de bière.

Lorsque des grains de levûre sont abandonnés dans certaines liqueurs fermentescibles, on les voit présenter à leur surface des espèces de hernies qui augmentent peu à peu de volume, se détachent bientôt, et qui forment alors de nouveaux grains de ferment. C'est ce phénomène que l'on assimile à une germination ou à une gemmation.

Nous dirons d'abord que cette interprétation se trouve presque en contradiction avec la panspermie atmosphérique : en effet, cette théorie tend à établir que les grains de levûre dérivent de germes invisibles contenus dans l'air ou dans les sucs de fruits. La prétendue gemmation de la levûre prouverait que le ferment alcoolique se multiplie par bourgeonnement.

Quel mode de développement faut-il admettre pour les grains de levûre ? en existe-t-il deux différents ? Cela ne paraît pas probable.

Le phénomène d'accroissement de la levûre que l'on veut comparer à une gemmation ou à une sorte de germination, s'en éloigne sous tous les rapports.

Qui ne sait que la germination d'une graine ou le développement d'un bourgeon ne sont possibles que dans l'oxygène ? Or, en admettant la

gemmation de la levûre, il faut supposer aussi que ce phénomène se produit à l'abri de l'oxygène, dans des vases qui sont remplis d'acide carbonique; car c'est ainsi que la levûre se multiplie.

On entend par germination d'une graine, le développement d'une plante aux dépens des éléments de la graine et de l'air atmosphérique : il se produit, à la suite de la germination, un végétal qui peut lui-même donner des graines et multiplier de cette façon l'espèce végétale première.

Nous ne voyons rien de semblable dans ce qu'on a nommé la *germination* ou la *gemmation* de la levûre.

Un poids donné de levûre de bière introduit dans une liqueur fermentescible est loin d'augmenter comme un poids de graine que l'on cultive dans un sol fertile.

La levûre ne produit réellement d'autre levûre que lorsqu'on la place dans un milieu qui contient tous les éléments qui peuvent s'organiser et se transformer eux-mêmes en grains de levûre. Quand ce phénomène d'organisation est produit, lorsque la liqueur est épuisée, la formation des grains de levûre s'arrête.

Il existe donc ici une différence fondamentale entre la germination et la multiplication des grains de levûre.

Dans la germination, le végétal nouveau se forme aux dépens de la graine et de l'air ; il donne naissance à de nouvelles graines qui ont la même force productrice que la première graine. Tandis que la production de la levûre dépend du milieu dans lequel se forment les corpuscules ; c'est ce milieu même qui se solidifie, et qui ne produit plus rien lorsqu'il est épuisé.

Dans ce phénomène curieux de la multiplication de la levûre, quelle est donc l'influence du grain de levûre, à la surface duquel de nouveaux grains viennent se déposer ?

Nous avons dit précédemment que lorsqu'un grain de raisin est arrivé à sa maturité, il s'est formé dans son intérieur un corps hémiorganisé soluble, une espèce de diastase, qui a la propriété de déterminer l'association organique des éléments qui constituent le grain de levûre. C'est sous l'influence de ce corps que se forment, en dehors ou en dedans des graines et des fruits, les quantités innombrables de grains de levûre qui apparaissent dans le jus du raisin qui fermente ou dans les grains d'orge germée que l'on introduit dans des liqueurs sucrées.

Cet élément d'organisation, qui prend naissance dans le grain de raisin ou dans le grain d'orge, existe également dans le grain de levûre ; il en sort au moment de la fermentation, et vient déterminer à la surface du grain, en agissant sur les éléments de la liqueur, cette association organique, cette production de nouveaux grains de levûre que l'on a comparée à tort, selon nous, à une gemmation.

Dans ce cas, le phénomène est donc absolument le même que celui qui se passe dans un suc de raisin mûr. Là le corps organisateur se

trouve dans la liqueur et y produit l'association granuleuse en dehors du grain. Pour la levûre de bière, le corps hémiorganisé sort du grain, et forme immédiatement à sa sortie et à la surface du grain, le phénomène de coagulation et d'association organique qui donne naissance à la levûre, en réagissant sur les éléments solubles qui existent dans la liqueur.

4° Après avoir expliqué la production du ferment alcoolique et sa multiplication sans avoir recours aux germes et au phénomène de gemmation, nous arrivons naturellement à cette conclusion, qu'un ferment alcoolique est organisé comme un grain d'amidon, comme un corpuscule osseux, comme un corpuscule vitellin, mais qu'il est impossible de l'assimiler à un être vivant.

C'est un agent chimique qui produit, comme une foule d'autres agents, des phénomènes d'agrégation ou de dissociation, mais qui ne se reproduit pas à la manière d'un végétal ou d'un animal, et qui n'est pas animé comme eux du mouvement d'accroissement spontané qui caractérise leur vie.

5° Pour compléter ces considérations théoriques sur la fermentation, il nous reste à examiner si le phénomène de la fermentation alcoolique est le résultat d'une action chimique, ou si on doit le considérer comme un acte physiologique dépendant de la vie des granules qui constituent la levûre de bière.

Les idées que nous avons développées précédemment se trouvent en opposition avec cette dernière manière de voir.

Nous ne pouvons pas considérer la fermentation alcoolique comme un phénomène physiologique dépendant de la vie des grains de levûre, puisque, pour nous, ces grains se trouvent dans le même état que les grains d'amidon ou les corpuscules vitellins.

Pour démontrer que la fermentation est réellement un acte physiologique dépendant de la vie des grains de levûre, comme la production d'acide carbonique dans la respiration d'un animal est liée à la vie de cet animal, il faudrait établir que le phénomène chimique de la fermentation, c'est-à-dire la production d'alcool et d'acide carbonique, se trouve en rapport avec la vie et le développement des globules.

Or, après avoir étudié pendant bien des années les phénomènes de la fermentation, nous devons dire que nous ne connaissons aucun fait qui autorise une pareille supposition.

Tout le monde sait que des quantités très-faibles de levûre de bière peuvent souvent faire fermenter des proportions énormes de sucre, et que dans ce cas l'augmentation de la levûre ne présente aucun rapport avec l'intensité du phénomène chimique qui s'est produit.

Et du reste, on ne doit pas oublier que les ferments organisés sont peu nombreux, et qu'ils constituent, dans cette classe d'agents, une véritable exception.

Presque tous les ferments, tels que ceux qui concourent à la diges-

tion, comme la pepsine, qui désorganisent les substances amylacées, comme la diastase, qui opèrent les dédoublements des glucosides, comme la synaptase, etc., etc., sont solubles dans l'eau, et ne peuvent être considérés par conséquent, ni comme des corps vivants, ni même comme des substances organisées.

Existerait-il donc deux espèces de ferments, les uns vivants, les autres solubles dans l'eau et ne vivant pas? cela paraît difficile à admettre.

Tout porte donc à croire que les ferments sont de véritables agents chimiques qui peuvent être solubles ou insolubles dans l'eau, qui sont produits par l'organisation, mais que l'on ne doit pas confondre avec des êtres vivants : nous pensons également que leur action sur les substances fermentescibles ne peut être dans aucun cas comparée à un acte physiologique dépendant de leur développement et de leur vie.

En résumé, il existe une première théorie de la fermentation alcoolique que nous avons exposée tome V, page 204.

Dans cette théorie, fondée sur les idées panspermistes, le ferment alcoolique est une sorte de végétal dont les germes sont dans l'air et dans les sucs de fruits : ces germes, en se développant, produisent des grains de levûre qui peuvent, à la manière des graines, germer et former d'autres grains de ferment.

D'après cette hypothèse, la levûre est un être vivant, dont l'acte physiologique est de produire la fermentation alcoolique.

Dans la seconde théorie que nous soutenons :

1° Le grain de levûre n'est qu'un corpuscule organisé.

2° Ce corps se forme, comme tous les corpuscules que l'on trouve dans l'organisme, par l'association de plusieurs principes immédiats.

3° Cette association organique est déterminée par différentes influences, mais surtout par l'action d'un corps hémiorganisé soluble qui se forme pendant la maturité des fruits ou la germination des graines, et aussi dans l'intérieur des grains de levûre pendant la fermentation. Sous l'influence de cet agent, la levûre pourra donc se produire aussi bien au dehors qu'en dedans des cellules; c'est là ce qui établit une différence notable entre la levûre et le grain d'amidon qui ne se produit que dans les organes.

4° Ce qu'on a nommé la germination ou la gemmation de la levûre n'est qu'un phénomène d'association organique qui est dû à l'action du corps organisateur qui sort des grains de levûre, sur les éléments solubles et organisables qui se trouvent dans la liqueur fermentescible.

5° Il n'existe pas de germes de ferments alcooliques dans l'air atmosphérique.

6° Les sucs de fruits fermentescibles ne contiennent pas de germes de levûre alcoolique : il s'y trouve seulement une sorte de ferment soluble qui détermine la réunion des éléments organisables existant dans la liqueur, qui, en s'associant et se solidifiant, produisent la levûre.

7° Il ne faut pas croire que la discussion que nous venons de

résumer ici soit une querelle de mots, et que dans une théorie on appellerait *corps hémiorganisé* ce que dans l'autre théorie on a nommé *graine*.

La graine peut être parfaitement définie : elle dérive d'êtres qui ressemblent à celui qu'elle-même produira. Le corps qu'elle engendre se forme en partie aux dépens de sa propre substance.

Tandis que le corps hémiorganisé ne ressemble en rien à l'organe qui l'a produit, il détermine une organisation dont tous les éléments sont fournis par la liqueur fermentescible.

8° La fermentation alcoolique est une modification chimique produite par un réactif qui est le ferment : cette réaction ne doit pas être attribuée à une action physiologique dépendant de la vie ou du développement des grains de levûre.

En résumé, nous croyons qu'on se ferait une idée trop étroite du mode de génération des organes et des corpuscules qui les constituent, si l'on voulait les faire dériver de germes produits par des êtres auxquels ils devraient ressembler. Ces corps apparaissent dans des milieux qui contiennent leurs éléments, mais non leurs germes. La constitution et le rôle physiologique de ces éléments varient avec les exigences de l'organisation ; ils ne se trouvent pas subordonnés à un rôle et à une forme nécessaires et originels qu'entraîne l'idée du germe. D'après la théorie que nous soutenons, la même liqueur hémiorganisée pourra, dans l'organisme, contribuer au développement des organes, et en dehors de l'organisation, produire des agents de dissociation, qui sont les ferments.

Si l'on définit souvent par le mot de *panspermie* la théorie que nous venons de combattre, qui fait dériver de germes les différents ferments, en les comparant à des êtres vivants ; la nouvelle théorie que nous avons exposée, et dans laquelle les corpuscules sont produits par l'association organique d'éléments différents qui existent dans une liqueur à la disposition de l'organisme, qui en fait des ferments, comme il peut dans d'autres cas en faire des tissus, des vaisseaux, des cellules, etc., pourrait aussi être représentée par un mot qui rappellerait que ce sont les éléments mêmes du liquide qui s'organisent.

Nous proposerions, dans ce cas, d'adopter l'expression d'*hydrogénie*.

Comme on le voit, deux théories de la fermentation alcoolique et de la production des ferments sont ici en présence. Dans l'une, on admet que les ferments proviennent de germes ; dans l'autre, on fait dériver les ferments de substances azotées qui sont douées d'une force organisatrice.

Ayant exposé longuement la première théorie dans un article précédent, nous avons pensé qu'il nous serait permis de parler ici de la seconde. Les recherches ultérieures établiront de quel côté se trouve la vérité.

SUR LES CORPUSCULES ORGANISÉS QUI EXISTENT DANS LES ŒUFS ET CEUX QUI SE TROUVENT DANS DES GRAINES.

Les travaux sur la fermentation que nous venons d'analyser, dans lesquels on admet que le ferment n'est qu'un corpuscule organisé, ont conduit M. Fremy à faire l'étude de plusieurs autres corpuscules qui existent dans l'organisation végétale ou animale.

Il avait déjà examiné, en collaboration avec M. Valenciennes, les corpuscules vitellins que nous avons décrits dans le tome VI, et dont M. Pouchet avait le premier donné une description exacte; il s'est proposé d'étudier ici les corpuscules qui existent dans certaines graines.

M. Gris a bien voulu répéter devant lui les principales expériences qu'il a consignées dans son important mémoire sur la germination, et que l'Académie vient de couronner.

Il a préparé ces grains d'aleurone dont la découverte si intéressante est due, comme on le sait, à M. Hartig, sur lesquels M. Trécul a publié des travaux justement estimés des botanistes, et qui ont été étudiés, au point de vue chimique, de la manière la plus remarquable par MM. Radlkofer et Maschke.

On ne se propose pas de revenir sur ces travaux, qui ont été exécutés avec tout le soin désirable, mais de présenter sur la constitution de l'aleurone et sur son rôle physiologique des considérations qui se lient à celles qui ont été développées précédemment.

Nous ne parlerons ici que des grains d'aleurone qui existent dans le ricin.

Lorsque l'on considère au microscope les cellules qui constituent l'albumen du ricin, on les trouve presque entièrement formées par les globules que M. Hartig a désignés sous le nom d'*aleurone*.

Sans vouloir critiquer en rien le beau travail de M. Hartig, comme l'aleurone est loin d'être un principe immédiat, et que sa composition paraît fort complexe, en adoptant les principes si justement posés par M. Chevreul, nous pensons qu'il est mieux de désigner ce corps sous le nom de *corpuscules aleuriques;* c'est cette dénomination que nous adopterons ici.

Dans ses recherches intéressantes sur les graines oléagineuses, M. Cloëz a reconnu que la graine de ricin décortiquée contient 68,8 pour 100 d'huile. Ce corps gras fait-il partie des corpuscules aleuriques, ou se trouve-t-il en dehors de leur constitution ?

Les expériences suivantes ne peuvent laisser aucun doute à cet égard, et prouvent que l'huile n'entre pas dans la composition des corpuscules aleuriques.

En effet, lorsqu'on soumet l'albumen du ricin à une forte pression, on en retire presque complétement l'huile qu'il contient : en le soumettant ensuite à l'examen microscopique, on y retrouve les corpuscules aleuriques avec leur forme caractéristique.

En outre, quand on traite les corpuscules aleuriques par l'éther, on leur conserve leur forme entière, en enlevant complétement l'huile.

Ces essais confirment donc une opinion qui a été émise par M. A. Brongniart, et prouvent que, dans l'albumen du ricin, les corpuscules aleuriques forment une sorte de tissu spongieux qui se trouve simplement imprégné de 68 pour 100 d'huile, et qui n'est nullement combiné ou associé au corps gras.

Lorsqu'on traite par l'eau l'albumen du ricin, si l'huile s'en sépare immédiatement, ce n'est pas parce que l'eau qui désagrége les corpuscules aleuriques éliminerait une des parties constituantes des corpuscules, mais simplement parce que le tissu aleurique, une fois désagrégé par l'eau, met en liberté l'huile qui l'imprégnait.

Ainsi, dans le ricin, l'huile est complétement en dehors de la constitution des corpuscules aleuriques.

Ce point étant une fois bien établi, on a recherché quelle était la constitution chimique du corpuscule aleurique.

Lorsqu'on le soumet à l'action de l'eau, la partie externe se dissout immédiatement, et il reste en suspension des grains blancs dont les formes sont variables.

La substance soluble offre tous les caractères de l'albumine.

Les grains insolubles dans l'eau présentent les propriétés suivantes :

Ils sont insolubles dans les dissolvants neutres. Ils se dissolvent dans la potasse, dans l'acide acétique et dans quelques autres acides organiques.

L'acide chlorhydrique, agissant au contact de l'air, les colore fortement en rose et ensuite en bleu violacé.

Ils contiennent une quantité considérable de substances minérales, dont la proportion peut s'élever jusqu'à 11 pour 100.

Ces substances minérales constituant la partie fixe des cendres sont formées de phosphates de chaux, et principalement de phosphate de magnésie.

La matière organique qui se trouve dans ces corpuscules présente la composition suivante :

Carbone	53,0
Hydrogène	7,1
Azote	16,5
Oxygène	23,4

A cette composition et aux caractères que nous venons de rappeler, il est impossible de se méprendre sur la nature de cette substance, qui est évidemment albumineuse.

Mais le point le plus remarquable que nous avons à faire ressortir ici, c'est la grande analogie et presque l'identité de ces grains avec ceux qui ont été trouvés dans les œufs de certains poissons, et que M. Fremy

a étudiés dans le travail qu'il a publié en collaboration avec M. Valenciennes.

Aussi, pour bien constater cette analogie si intéressante, a-t-on donné à cette substance azotée retirée des grains de ricin, et qui présente tant de ressemblance avec les grains vitellins contenus dans certains œufs, le nom de *végéto-vitelline*.

Est-ce la même substance qui constitue tous les grains azotés qui existent dans toutes les graines; ou bien faut-il admettre, dans l'organisation végétale, l'existence d'une classe de *corps végéto-vitellins?* C'est ce que des recherches ultérieures pourront seules établir.

On voit, du reste, que ces grains végéto-vitellins, qui sont formés par une substance azotée et 11 pour 100 de corps minéraux, constituent encore une de ces associations si fréquentes dans l'organisme, et sur lesquelles nous avons insisté dans l'article précédent.

Les faits que nous venons d'exposer sur la composition des grains végéto-vitellins nous permettent d'aborder ici une question importante.

L'albumen du ricin est évidemment destiné à fournir aux tissus organiques les éléments qui sont utiles à leur développement : il est donc à la plante ce que l'œuf est à l'animal qui en sort.

N'est-il pas remarquable de voir que l'albumen du ricin, qui est réellement l'œuf végétal, présente absolument la même constitution que l'œuf animal?

En effet, en négligeant, dans les deux cas, des corps qui n'existent qu'en faible proportion, que trouvons-nous dans l'œuf d'un animal? Un corps gras, une substance albumineuse soluble dans l'eau et une substance vitelline insoluble.

Quels sont les corps qui constituent un œuf végétal comme la graine de ricin? Un corps gras, de l'albumine soluble dans l'eau et des substances végéto-vitellines insolubles.

En outre, quels sont les composés minéraux qui, dans les œufs, sont associés à l'albumine et à la vitelline? Ce sont principalement les phosphates.

On trouve également, et en quantités considérables, dans les œufs des végétaux, qui sont les graines, les phosphates associés aux substances albumineuses et vitellines.

De pareils rapprochements nous paraissent bien dignes d'attention : ils sont, du reste, entièrement d'accord avec le travail très-remarquable que M. Radlkofer a publié sur la même question en 1859.

Nous venons de dire que la graine présentait souvent la composition chimique de l'œuf, et qu'elle était formée, comme lui, de corps gras, de vitelline et d'albumine.

Cependant tout le monde sait qu'il existe un grand nombre de graines qui ne contiennent que des quantités insignifiantes de corps gras.

Mais l'analogie que nous voulons établir ici entre l'œuf et la graine n'en existe pas moins; car les graines qui ne contiennent pas d'huile présentent, à la place du corps gras, un principe immédiat qui est de composition ternaire comme l'huile, qui, comme elle, n'est pas azoté : c'est l'amidon. Ce corps doit évidemment jouer le même rôle que l'huile, au point de vue du développement des tissus, et doit leur servir d'aliment.

Cette vue rentre, du reste, dans celles qui ont été développées par M. A. Brongniart. Ce savant a été conduit à dire, en effet, que dans les graines, ces deux éléments, l'huile et l'amidon, s'excluaient souvent, et qu'ils étaient dans plusieurs cas complémentaires l'un de l'autre.

Quand on constate que certaines graines ne contiennent pas de traces d'amidon, et que d'autres ne renferment pas sensiblement d'huile, on peut se demander si les tissus qui sont produits par les graines grasses auront la même constitution que ceux qui sont formés par des graines amylacées.

Lorsqu'on suit le développement des tissus qui sortent d'une graine non amylacée, comme celle du ricin, on reconnaît avec étonnement que les nouveaux tissus sont gorgés d'amidon.

Il est évident que, dans ce cas, l'huile de la graine a contribué à la formation de l'amidon, en éprouvant des métamorphoses organiques que la chimie ne peut pas encore apprécier, mais qui excluent l'idée de germes comme point de départ de la production des corpuscules amylacés.

Après avoir constaté ici par des recherches expérimentales l'analogie incontestable qui existe entre la composition de la graine et celle de l'œuf, qu'il nous soit permis de rappeler que ces expériences viennent confirmer complétement les idées générales que M. Chevreul a insérées dans une note qui fait suite à son sixième mémoire sur la teinture.

En lisant le travail de l'illustre chimiste, on voit que cette analogie de l'œuf végétal et de l'œuf animal est indiquée de la manière la plus nette.

On trouve aussi dans ce beau mémoire une foule de vues profondes qui se rattachent aux questions d'agriculture et de physiologie végétale que nous avons traitées dans les chapitres précédents.

En résumé, le travail que nous venons d'analyser a pour but d'établir qu'il existe dans l'organisation une foule de corpuscules qui présentent une grande importance : les uns, comme les grains de fécule et les corpuscules vitellins, sont destinés au développement et à l'accroissement des organes ; les autres, comme les ferments, sont des agents de dissociation et de désorganisation. L'étude de ces corpuscules intéresse donc au même degré la chimie et la physiologie.

ANALYSE DES GAZ.

GÉNÉRALITÉS SUR LES GAZ.

Le nombre des fluides élastiques, gaz permanents ou difficilement liquéfiables, comparé à celui des solides et des liquides, est extrêmement faible, car dans l'état actuel de la chimie ce nombre ne s'élève pas à quarante.

Parmi ces gaz, il n'y en a que sept qui se rencontrent dans la nature à l'état de liberté. Ce sont les gaz oxygène, azote, acide carbonique, gaz oléifiant, gaz ammoniac, acide sulfureux; les autres sont des produits de laboratoire.

Les gaz se distinguent très-facilement les uns des autres quand ils sont isolés. Il suffit ordinairement de consulter leurs propriétés physiques, leur action sur l'air, sur l'eau et sur les dissolutions alcalines, pour les caractériser.

Les gaz colorés sont en petit nombre. Ce sont le chlore, l'acide hypochlorique, l'acide chloreux et l'acide hypochloreux.

La plupart des gaz ont une odeur plus ou moins forte et caractéristique. Les seuls gaz inodores sont l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, le protoxyde d'azote et les carbures d'hydrogène.

Plusieurs gaz produisent, à l'air, des fumées blanches dues à leur action sur la vapeur aqueuse contenue dans l'atmosphère. Ces gaz sont les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, les fluorures de bore, de silicium, le chlorure de bore.

On connaît plusieurs gaz alcalins, l'ammoniaque, l'éthylamine, etc. Nous ne parlerons que de l'ammoniaque.

Les liquides dans lesquels on recueille les gaz sont surtout le mercure et l'eau : dans des cas très-rares, on se sert d'eau salée ou d'huile.

Le mercure ne dissout aucun gaz, mais il agit chimiquement sur plusieurs fluides élastiques; il les absorbe tantôt complétement, tantôt en partie, en les décomposant : tels sont le chlore, les acides chloreux et hypochloreux, l'acide iodhydrique.

Il existe un très-grand nombre de gaz qui sont solubles dans l'eau ou décomposables par ce liquide.

Gaz décomposés par l'eau.

1° Acide chloroxycarbonique..	$COCl$	$+ HO$	$=$	HCl	$+$	CO^2;
2° Chlorure de bore.....	BCl^3	$+ 3HO$	$=$	$3HCl$	$+$	BO^3;
3° Fluorure de bore.....	BFl^3	$+ 3HO$	$=$	$3HFl$	$+$	BO^3;
4° Fluorure de silicium.....	$3(SiFl^3)$	$+ 3HO$	$=$	SiO^3	$+$	$(SiFl^3)^2,(HFl)^3$.

Le cyanogène se décompose au contact de l'eau, mais avec lenteur et seulement par l'action de la lumière.

Gaz qui sont trop solubles pour pouvoir être recueillis sur l'eau.

Ce groupe comprend les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, sulfureux, hypochloreux, le gaz ammoniac, l'oxyde de méthyle (éther méthylique C^2H^3O).

Lorsqu'un gaz attaque le mercure, et qu'il est soluble dans l'eau, on le recueille dans des flacons bien desséchés et remplis d'air. C'est ainsi que l'on prépare à l'état gazeux le chlore et les acides hypochloreux et iodhydrique.

Pour analyser facilement les mélanges gazeux, M. Thenard a proposé d'examiner, d'une manière générale, l'action que la potasse et l'air exercent sur eux. Il a partagé les gaz en plusieurs groupes dont l'étude devient très-simple.

On reconnaît si un gaz est soluble dans une dissolution de potasse, en introduisant dans un tube quelques centimètres cubes de ce gaz, et en y faisant passer une petite quantité de la liqueur alcaline. On agite le tube, et l'on reconnaît si le gaz s'est dissous, ou s'il n'a pas sensiblement diminué de volume.

Pour constater l'inflammabilité d'un gaz, il suffit d'approcher une allumette enflammée de l'orifice d'un tube ou d'une éprouvette contenant une petite quantité du gaz que l'on examine.

Les gaz solubles dans une dissolution de potasse constituent un premier groupe.

Les gaz insolubles dans la potasse en forment un second, et chacun de ces groupes comprend : 1° des gaz inflammables ; 2° des gaz non inflammables.

On peut donc partager les gaz en quatre classes :

1° *Gaz absorbables par une dissolution de potasse et non inflammables.*

Acide chlorhydrique.	Acide chloreux.
Acide bromhydrique.	Acide hypochlorique.
Acide iodhydrique.	Chlore.
Acide carbonique.	Chlorure de cyanogène.
Acide sulfureux.	Fluorure de silicium.
Acide chloroxycarbonique.	Fluorure de bore.
Acide hypochloreux.	Chlorure de bore.

2° *Gaz absorbables et inflammables.*

Acide sulfhydrique.	Cyanogène.
Acide sélénhydrique.	Oxyde de méthyle.
Acide tellurhydrique.	

3° *Gaz non absorbables par une dissolution de potasse et non inflammables.*

Oxygène.	Protoxyde d'azote.
Azote.	Bioxyde d'azote.

4° *Gaz non absorbables et inflammables.*

Hydrogène.	Hydrure d'éthyle.
Hydrogène phosphoré.	Hydrure de propyle.
Hydrogène arsénié.	Hydrure de butyle.
Hydrogène silicié.	Éthyle.
Oxyde de carbone.	Fluorure de méthyle.
Hydrogène protocarboné.	Chlorure de méthyle.
Hydrogène bicarboné.	Acétylène.
Propylène.	Allylène.
Bicarbure d'hydrogène.	Crotonylène.
Méthylène (?).	

Lorsqu'on se propose de reconnaître un gaz, il faut donc rechercher d'abord à quel groupe il appartient, et consulter ensuite les caractères des gaz qui composent ce groupe.

Nous rappellerons ici en quelques mots les propriétés caractéristiques des principaux gaz.

PREMIÈRE DIVISION.

Gaz absorbables par la potasse et non inflammables.

1° *Acide chlorhydrique.* — Fumant, très-acide, très-soluble dans l'eau; sa dissolution forme avec l'azotate d'argent un précipité blanc, caillebotté, devenant violet à la lumière, soluble dans l'ammoniaque et les hyposulfites alcalins. Le chlore est sans action sur l'acide chlorhydrique.

2° *Acide bromhydrique.* — Fumant, très-acide, très-soluble dans l'eau; décomposé par le chlore, avec dégagement de vapeurs de brôme d'un jaune orangé. Sa dissolution se comporte avec l'azotate d'argent comme celle de l'acide chlorhydrique.

3° *Acide iodhydrique.* — Fumant, très-soluble dans l'eau, très-acide; décomposé lentement par le mercure, qui absorbe l'iode et dégage l'hydrogène; formant avec les sels d'argent un précipité à peine soluble dans l'ammoniaque; détruit subitement par le chlore, qui en dégage des vapeurs violettes d'iode; se colorant en brun au contact de l'air humide.

4° *Fluorure de silicium.* — Fumant, acide; donne avec l'eau, qui 'absorbe, un dépôt de silice gélatineuse et une dissolution d'acide hydrofluosilicique.

5° *Fluorure de bore.* — C'est le plus fumant de tous les gaz; il est absorbé par l'eau en quantité très-considérable : il noircit immédiatement le papier en lui enlevant de l'eau.

6° *Acide carbonique.* — Inodore, ne fume pas à l'air; l'eau en dissout à peu près son volume; il rougit faiblement le tournesol. Il forme avec l'eau de chaux un précipité blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans un excès d'acide carbonique.

7° *Acide sulfureux.* — Odeur piquante, caractéristique. Sa dissolution, exposée à l'air, ou mêlée avec de l'acide azotique, forme avec les sulfates solubles un précipité blanc de sulfate de baryte. L'acide sulfureux est absorbé par le borax, par le bioxyde de manganèse, et surtout par l'oxyde puce de plomb, avec lequel il forme du sulfate de plomb. La solution aqueuse d'acide sulfureux, mêlée avec de l'acide chlorhydrique, attaque le zinc en dégageant de l'hydrogène et de l'acide sulfhydrique ; la liqueur précipite alors en noir les sels de plomb.

8° *Chlorure de bore.* — Fumant à l'air, acide, absorbé en forte proportion par l'eau. La dissolution contient un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide borique; elle précipite les sels d'argent : lorsque, après avoir évaporé cette dissolution à siccité, on traite le résidu par l'alcool, ce liquide acquiert la propriété de brûler avec une flamme verte.

9° *Acide chloroxycarbonique.* — Odeur piquante, particulière; décomposé par l'eau en acide chlorhydrique et en acide carbonique.

10° *Acide hypochloreux.* — Couleur d'un jaune orangé peu intense, odeur vive particulière qui rappelle celle du chlore. Absorbé en grande quantité par l'eau; cette dissolution dégage du chlore avec une vive effervescence quand on la traite par l'acide chlorhydrique :

$$ClO + HCl = HO + 2Cl.$$

Ce gaz est détonant.

11° *Acide chloreux.* — Jaune verdâtre, moins soluble dans l'eau et beaucoup plus stable que l'acide hypochloreux. L'eau saturée d'acide chloreux est d'un jaune d'or; elle contient 5 à 6 fois son volume de ce gaz, et elle n'attaque ni l'or, ni l'antimoine.

L'acide chloreux détone quand on le chauffe, en donnant 2 volumes de chlore et 3 volumes d'oxygène.

12° *Acide hypochlorique.* — Jaune foncé, légèrement verdâtre, d'une odeur qui rappelle en même temps le chlore et le caramel : l'eau en dissout environ 8 fois son volume; ce gaz détone violemment par l'action d'une légère chaleur.

13° *Chlore.* — Jaune verdâtre; odeur caractéristique. L'eau en prend environ 3 fois son volume à + 8°. Le chlore se distingue des trois gaz

précédents, surtout parce qu'il ne détone pas, et que, même après avoir été chauffé, il est entièrement absorbé par les alcalis. Il détruit les couleurs végétales, s'unit à l'arsenic et à l'antimoine avec incandescence; il se combine à volumes égaux avec l'hydrogène.

14° *Chlorure de cyanogène.* — Odeur piquante provoquant le larmoiement; neutre aux réactifs colorés; décomposé par la potasse, avec laquelle il forme du chlorure de potassium et du cyanate de potasse. Ce dernier sel, sous l'influence d'un excès d'alcali, produit un dégagement d'ammoniaque.

DEUXIÈME DIVISION.

Gaz absorbables par la potasse et inflammables.

1° *Acide sulfhydrique.* — Odeur fétide, caractéristique; il brûle avec une flamme bleue en produisant, le plus souvent, un dépôt de soufre. L'eau en dissout 3 fois son volume. Il noircit l'argent, précipite en noir les sels de plomb et de cuivre; il est décomposé par le chlore en produisant de l'acide chlorhydrique et un dépôt de soufre.

2° *Acide sélénhydrique.* — Odeur fétide; il est décomposé par le chlore et laisse déposer du sélénium sous la forme d'une poudre d'un rouge cinabre. Par l'action de l'air humide, il produit de l'eau et un dépôt de sélénium. Il forme avec les sels de zinc un précipité couleur de chair.

3° *Acide tellurhydrique.* — Il produit un dépôt de tellure sous la forme d'une poussière brune d'un aspect métallique, lorsqu'on le mêle avec de l'air humide ou qu'on le traite par le chlore.

4° *Cyanogène.* — Odeur vive, particulière, qui affecte les yeux; il brûle avec une flamme pourpre; le produit de cette combustion précipite l'eau de chaux.

5° *Éther méthylique.* — Odeur éthérée, agréable; il est neutre aux réactifs colorés, soluble dans l'alcool et dans l'esprit de bois. Il est inflammable, et le gaz résultant de sa combustion précipite l'eau de chaux.

TROISIÈME DIVISION.

Gaz non absorbables par la potasse et non inflammables.

1° *Oxygène.* — Presque insoluble dans l'eau, sans odeur; il rallume une allumette présentant encore un point en ignition; s'unit, sous l'influence de l'étincelle électrique ou de l'éponge de platine, au double de son volume d'hydrogène; rend le bioxyde d'azote rutilant, en le transformant en acide hypoazotique.

2° *Azote.* — Incolore, inodore; il éteint les corps en combustion. Comme il n'y a que quatre gaz non absorbables par la potasse et non inflammables, et que l'azote est compris au nombre de ces quatre gaz,

on ne peut le confondre qu'avec l'oxygène, le protoxyde et le bioxyde d'azote : la distinction est facile à établir, puisque les deux premiers activent la combustion, tandis que l'azote l'empêche, et que le bioxyde d'azote devient rutilant au contact de l'air.

3° *Protoxyde d'azote.* — Rallume les corps en combustion, comme l'oxygène, mais avec moins de vivacité; soluble dans le double environ de son volume d'eau; décomposé au rouge, dans une cloche courbe, par certains corps avides d'oxygène, comme le sulfure de baryum, en laissant un résidu d'azote dont le volume est égal à celui qu'occupait le gaz avant sa décomposition.

4° *Bioxyde d'azote.* — Il devient rutilant au contact de l'oxygène; il est absorbé par les sels de protoxyde de fer, et leur donne une couleur brune; il est décomposé comme le protoxyde d'azote, par les corps avides d'oxygène, et laisse un résidu d'azote égal à la moitié de son propre volume.

QUATRIÈME DIVISION.

Gaz non absorbables par la potasse et inflammables.

1° *Hydrogène.* — Inodore lorsqu'il est pur, mais ordinairement mêlé à des substances étrangères qui lui communiquent une odeur alliacée; presque insoluble dans l'eau, produisant en brûlant une flamme peu éclairante; s'unit avec la moitié de son volume d'oxygène, sous l'influence de la mousse de platine.

2° *Hydrogène phosphoré.* — Odeur fortement alliacée. Sa flamme est très-vive et très-éclairante, et produit en brûlant des fumées épaisses d'acide phosphorique; il brûle aussi par le contact du chlore; forme un précipité brun avec les sels de cuivre et d'argent, et se trouve absorbé en quantité considérable.

3° *Hydrogène arsénié.* — Odeur nauséabonde et alliacée, flamme d'un jaune livide, accompagnée d'un dépôt arsenical d'un brun marron. L'air humide et l'eau de chlore en séparent l'arsenic.

4° *Hydrogène silicié.* — Gaz incolore, spontanément inflammable. Brûle avec une flamme blanche, et produit des fumées blanches très-éclairantes. Précipite les solutions de sels de cuivre, d'argent, de platine.

5° *Oxyde de carbone.* — Il brûle avec une flamme bleue, en se transformant en acide carbonique, qui précipite l'eau de chaux.

6° *Hydrogène protocarboné.* — Gaz des marais. Il brûle avec une flamme bleuâtre beaucoup moins éclairante que celle de l'hydrogène bicarboné; il est presque insoluble dans l'acide sulfurique concentré. Il exige, pour se transformer en acide carbonique et en eau, 2 fois son volume d'oxygène et donne son propre volume d'acide carbonique.

7° *Hydrogène bicarboné.* — Il brûle avec une flamme blanche très-éclairante; forme avec le chlore un liquide huileux (liqueur des Hol-

landais); il est très-soluble dans l'acide sulfurique monohydraté; il exige, pour brûler, 3 fois son volume d'oxygène, et donne 2 fois son volume d'acide carbonique.

8° *Propylène.* — Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique et dans le brôme. Brûle avec une flamme très-éclairante; il exige pour brûler 4 fois et demie son volume d'oxygène.

9° *Bicarbure d'hydrogène.* — Insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'acide sulfurique, soluble dans l'alcool et les huiles grasses; sa flamme est très-éclairante; il exige, pour brûler, 6 volumes d'oxygène, et produit 4 volumes d'acide carbonique.

10° *Méthylène.* — Ce gaz est à peine connu. Il absorbe, pour brûler, une fois et demie son volume d'oxygène, et produit son propre volume d'acide carbonique.

11° *Hydrure d'éthyle, de propyle.* — Gaz incolores, brûlant avec une flamme éclairante; insolubles dans l'eau, dans l'acide sulfurique concentré et dans le brôme. Se distinguent les uns des autres par les quantités d'oxygène qu'ils exigent pour leur combustion, et par les quantités d'eau et d'acide carbonique qu'ils fournissent.

12° *Éthyle.* — Mêmes caractères que pour les hydrures précédents.

13° *Acétylène.* — Gaz incolore, assez soluble dans l'eau, doué d'une odeur désagréable, caractéristique. S'unit directement au brôme. Mêlé au chlore, il détone en donnant un dépôt de charbon. Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré, et se combine avec le protochlorure de cuivre ammoniacal et avec le nitrate d'argent ammoniacal.

14° *Allylène.* — Gaz incolore, d'une odeur analogue à celle de l'acétylène, mais moins forte. Brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse; se combine avec le brôme et forme des combinaisons métalliques comme l'acétylène.

15° *Crotonylène.* — Présente des caractères analogues à ceux des deux gaz précédents. Se liquéfie à 15°.

GAZ QUI SE DÉCOMPOSENT MUTUELLEMENT.

Il existe un grand nombre de gaz qui se décomposent mutuellement, et ne peuvent, par conséquent, exister simultanément dans les mélanges gazeux. Certains gaz réagissent les uns sur les autres en l'absence de la lumière et de l'humidité; mais dans un grand nombre de cas, l'intervention de la lumière et de l'eau est nécessaire pour amener une décomposition.

Les gaz qui contiennent un ou plusieurs éléments combustibles, c'est-à-dire du carbone, de l'hydrogène, du phosphore, du soufre, etc., ne peuvent exister en présence de l'oxygène à une température élevée, ou sous l'influence d'une étincelle électrique. Leur analyse est fondée sur cette décomposition même. L'acide carbonique seul fait exception, parce qu'il représente le dernier terme de l'oxydation du carbone. Ce

que nous allons dire se rapportera aux gaz considérés à la température ordinaire :

1° L'oxygène sec ou humide ne peut exister avec le bioxyde d'azote.

2° L'oxygène humide décompose les hydrogènes phosphoré, arsénié et silicié, ainsi que les acides sulfhydrique, tellurhydrique et sélénhydrique, les acides bromhydrique, iodhydrique, et même à la longue l'acide chlorhydrique; l'acide sulfureux est changé par l'oxygène humide en acide sulfurique.

3° Le chlore sec ne peut exister, à la lumière directe ou même diffuse, avec l'hydrogène. Il décompose dans l'obscurité le gaz oléfiant, et sous l'influence de la lumière, le gaz des marais, le bicarbure d'hydrogène, le méthylène, les hydrogènes phosphoré et arsénié. Il détruit instantanément les acides sulfureux, bromhydrique, iodhydrique, sulfhydrique, sélénhydrique, tellurhydrique, le bioxyde d'azote, l'ammoniaque et le cyanogène; il s'unit à l'oxyde de carbone pour former de l'acide chloroxycarbonique.

4° Les acides hypochloreux, chloreux et hypochlorique produisent, en général, les mêmes décompositions que le chlore.

5° L'acide sulfureux ne peut exister avec l'hydrogène phosphoré ou l'hydrogène arsénié, avec les acides sulfhydrique, sélénhydrique et tellurhydrique.

6° Le cyanogène ne peut exister avec l'ammoniaque et avec les acides sulfhydrique, tellurhydrique et sélénhydrique.

7° L'hydrogène phosphoré s'unit directement aux acides iodhydrique et bromhydrique.

8° L'acide chlorhydrique détruit les acides hypochloreux, chloreux et hypochlorique.

9° Les gaz acides ne peuvent exister avec le gaz ammoniac.

OPÉRATIONS GAZOMÉTRIQUES.

Après avoir vu par quels caractères on peut distinguer les différents gaz les uns des autres, il nous reste à faire connaître les méthodes que l'on emploie pour faire l'analyse quantitative d'un gaz composé ou d'un mélange gazeux. Quand le mélange gazeux est formé des gaz qui ont été étudiés dans la chimie minérale, les procédés sont en général assez simples; mais lorsqu'il s'agit de faire l'analyse d'un mélange d'hydrocarbures, le problème est souvent très-complexe, et il exige alors autant de sagacité que d'adresse. Mais, avant d'aborder ces questions, il est des points sur lesquels nous devrons d'abord insister, et ces points sont relatifs à la manière de recueillir les gaz, de les transvaser et de les mesurer, opérations qui demandent toutes une grande attention, car c'est en elles que se résument la plupart des difficultés pratiques qui se présentent dans l'analyse des gaz.

Manière de recueillir les gaz. — Les gaz se recueillent généralement dans des vases de verre, cloches, éprouvettes ou pipettes, sur l'eau ou sur le mercure. L'emploi de l'eau doit être le plus souvent rejeté, soit parce qu'elle dissout des quantités variables des différents gaz, soit parce qu'elle se prête très-facilement à leur diffusion. En effet, l'air extérieur, par exemple, se dissout dans l'eau, et cette dissolution, se trouvant en présence d'un autre gaz, celui qui est contenu dans l'éprouvette ne se trouve plus dans les mêmes conditions de pression qu'à l'air libre, puisque si l'air atmosphérique manque tout à fait dans l'éprouvette, sa solution se trouvera dans le même cas que si l'on faisait le vide au-dessus d'elle : l'air s'en dégagera par conséquent et viendra se mélanger au gaz de l'éprouvette ; celui-ci, par un phénomène analogue, sortira en partie du vase qui le contient, plus ou moins vite, suivant sa solubilité dans l'eau ; et, au bout d'un temps variable, la composition du gaz de l'éprouvette éprouvera des variations plus ou moins considérables.

L'emploi du mercure est d'un usage plus général.

Dans bien des cas, on est obligé de recueillir les gaz sur l'eau : ainsi, les gaz qui se rencontrent dans la nature, qui se dégagent des sources ou des évents volcaniques.

Quand on veut recueillir les gaz d'une source, on plonge dans celle-ci un tube étiré vers son milieu et fermé par le haut, la partie inférieure est munie d'un entonnoir. Lorsque le tube est rempli de gaz, on le retire de la source en ayant soin de ne pas permettre le mélange du gaz avec l'air ; puis, à l'aide d'un chalumeau, on ferme le tube à sa partie effilée.

Pour recueillir l'air dans une localité, dans le but de l'analyser, on peut suivre la méthode suivante, recommandée par M. Regnault (*Ann. de chimie et de physique*, 3e sér., t. XXXVI, p. 306).

On emploie des tubes de verre terminés par deux pointes ouvertes. Ces pointes sont très-fragiles ; pour éviter qu'elles ne soient cassées dans les transports, on les recouvre par deux petites cloches mastiquées par-dessus.

Pour faire une prise d'air, on ramollit le mastic, on détache les deux petites cloches, et l'on met une des parties effilées en communication avec un soufflet, à l'aide d'un tube de caoutchouc ; enfin, on ferme hermétiquement le tube au moyen d'une lampe à alcool, en étirant les pointes ; puis on remet les petites cloches de verre, pour protéger les pointes.

C'est une disposition analogue qu'ont adoptée MM. Ch. Sainte-Claire Deville et F. Leblanc, pour recueillir les gaz rejetés par les évents volcaniques ; seulement, le tube était entièrement fermé à l'une de ses extrémités, et l'on y avait fait le vide à l'aide de la machine pneumatique. Pour recueillir le gaz, on introduisait le tube dans les crevasses, en le maintenant vertical et la pointe en bas ; une fois en position, on brisait

sa pointe à l'aide d'un mécanisme très-simple : l'air s'y précipitait. Puis on retirait le tube après avoir fait plonger par le même mécanisme sa pointe dans du mercure ; une fois à l'air libre, on en fermait la pointe au chalumeau, sans en faire sortir l'extrémité du niveau du mercure.

(MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Leblanc, *Ann. de chim. et phys.*, t. LII, p. 8.)

Quant aux gaz qui se dégagent dans les réactions chimiques, on les recueille, soit sur l'eau, soit sur le mercure, mais il vaut toujours mieux faire usage de ce dernier liquide.

M. Bunsen (1) a fait connaître un appareil très-commode pour recueillir les gaz dans ces circonstances.

L'appareil se compose d'une éprouvette de verre remplie de mercure dans laquelle on peut enfoncer, à différentes profondeurs, une cloche maintenue par un support. Dans l'intérieur de cette cloche qui sert de réservoir à gaz, s'élèvent deux tubes de verre munis extérieurement de robinets de caoutchouc : l'un de ces tubes amène le gaz, l'autre sert de tube abducteur. Pour remplir la cloche, on l'enfonce dans le cylindre, et on la maintient le plus bas possible, en ayant soin toutefois que le niveau intérieur du mercure n'atteigne pas l'orifice des deux tubes qui s'y élèvent ; on met ensuite le tube d'entrée en communication avec la source qui produit le gaz que l'on veut recueillir. Quand on a expulsé tout l'air de la cloche, on ferme le tube de sortie, et l'on remplit la cloche en la soulevant à mesure qu'elle se remplit, puis on ferme le tube d'entrée. Pour en retirer le gaz, on adapte au tube de sortie un tube capillaire, et l'on fait sortir le gaz en descendant la cloche dans l'éprouvette.

Un autre appareil, d'un usage plus facile, consiste en une fiole de verre fort, munie d'une tubulure inférieure dans laquelle on engage, à l'aide d'un bouchon de caoutchouc, un tube se recourbant vers le haut. La partie supérieure de la fiole est munie d'une pince à caoutchouc et d'un tube abducteur. On commence par remplir l'appareil de mercure ; on y fait arriver le gaz à analyser par la tubulure inférieure, en maintenant celle-ci sous le mercure, puis on y adapte le tube recourbé verticalement. Pour transvaser une partie du gaz ainsi recueilli, on adapte le tube abducteur rempli de mercure, et, desserrant la pince à caoutchouc, on verse du mercure par le tube vertical : le gaz sort alors par le tube abducteur.

Une autre méthode pour transvaser le gaz, très-fréquemment usitée en France, et qui donne de bons résultats, consiste dans l'emploi de la pipette de M. Doyère. La construction de cette pipette a déjà été indiquée tome Ier, page 300, nous y renvoyons le lecteur ; ainsi que pour la

(1) M. Bunsen a publié un excellent *Traité sur les méthodes gazométriques*. Ce livre, indispensable à tous ceux qui s'occupent de l'analyse des gaz, a été traduit en français par M. Th. Schneider (Paris, Victor Masson et Fils, 1 vol. in-8, 1858).

description de l'eudiomètre de M. Regnault (tome Ier, page 307), qui sert aussi au transvasement des gaz.

Mesure des gaz. — La mesure du volume des gaz est une opération très-minutieuse : elle exige des corrections relatives à la température et à la pression; les appareils dans lesquels se font les lectures doivent être gradués avec exactitude et vérifiés un à un. Nous n'entrerons pas dans le détail de la construction de ces appareils, mais nous ferons connaître les précautions à prendre pour avoir des mesures exactes et comparables.

La température du local où se font les lectures doit être aussi constante que possible. Les opérations se font sur une grande table munie de rebords, pour que le mercure qui y tombe puisse y être retenu; la table porte deux montants munis de supports destinés à maintenir, l'un un baromètre, et l'autre la cloche ou l'eudiomètre dans lequel se trouve le gaz à mesurer.

La mesure des gaz se fait dans des eudiomètres ou dans des tubes à absorption gradués. M. Bunsen opère les détonations eudiométriques dans un eudiomètre gradué de 20 millimètres de diamètre et de 500 à 600 millimètres de longueur; sa capacité est d'environ 160 centimètres cubes. On emploie aussi parfois des eudiomètres plus grands. Le verre de ces instruments n'a guère que 2 millimètres d'épaisseur. A la partie supérieure de ces eudiomètres se trouvent scellés deux fils de platine qui s'appliquent intérieurement sur les parois du fond; et dont les extrémités sont éloignées l'une de l'autre de 1 à 2 millimètres ; c'est entre ces fils que l'on fait éclater l'étincelle. La figure 21 représente un tel eudiomètre dans la position qu'on lui donne pour faire passer l'étincelle; il est couché dans une rigole *ee*; *ad* est une cuve à mercure de bois, garnie d'une glace sur chacune de ses grandes faces.

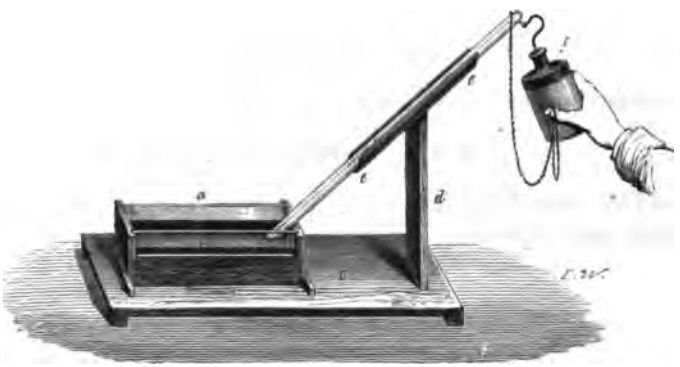

Fig. 21.

Pour observer le volume du gaz, on redresse le tube verticalement, et on lit les divisions avec un cathétomètre.

Lorsqu'on fait usage d'un autre eudiomètre, on opère le transvasement du gaz dans un tube gradué, à l'aide de la pipette de Doyère, ou à l'aide de l'appareil de M. Regnault.

Après avoir déterminé exactement le volume du gaz, il faut faire subir à cette mesure plusieurs corrections relatives à la température et à la pression. Pour cela, on observe le niveau du mercure dans le tube gradué et le niveau extérieur, ce qui donne la différence de niveau exprimée en millimètres; puis on note avec soin la température donnée par un thermomètre placé à côté de la cloche graduée, et la pression atmosphérique. Enfin, il est une dernière correction que l'on est souvent obligé de faire subir au volume gazeux pour le ramener au volume normal, c'est celle qui se rapporte à la tension de la vapeur d'eau, lorsque le gaz est humide.

Correction relative a la température.— Tous les gaz se dilatent de la même manière, et leur coefficient de dilatation est le même pour tous les degrés du thermomètre. Ces lois ne sont pas absolument vraies, mais on peut néanmoins les considérer comme telles, les anomalies auxquelles elles sont sujettes étant tout à fait insignifiantes dans les circonstances où l'on opère. Le coefficient de dilatation des gaz, c'est-à-dire la quantité dont un gaz augmente de volume pour une élévation de température de 1° centigrade, a été déterminé d'abord par Gay-Lussac, à 0,00375; les déterminations de M. Regnault ont fixé ce coefficient à 0,00367, et c'est ce dernier chiffre qui est généralement adopté.

Comme ce coefficient exprime l'augmentation de volume pour 1°, cette augmentation pour $t°$ sera exprimée par:

$$0{,}00367,\ t°.$$

et l'unité de volume sera, à cette température:

$$1 + 0{,}00367 . t;$$

et un volume quelconque V_0 à 0° sera à $t°$:

$$V_0(1 + 0{,}00367 . t) = V_t.$$

Or, si l'on connaît V_t, c'est-à-dire le volume à $t°$, le volume V_0 à 0° sera donné par l'équation

$$V_0 = \frac{V_t}{1 + 0{,}00367 . t.}$$

Pour abréger les calculs, on se sert des logarithmes et de tables où les valeurs de $1 + 0{,}00367\ t$ sont calculées de degré en degré.

TABLE DES VALEURS DE 1 + 0,00367. *t*.

t°.	1+0,00367 *t*.	LOGARITHMES.	DIFFÉR.	*t*°.	1+0,00367 *t*.	LOGARITHMES.	DIFFÉR.
0	1,00000	0,00000	159	15	1,05505	0,02327	151
1	1,00367	0,00159	158	16	1,05872	0,02478	150
2	1,00734	0,00317	158	17	1,06239	0,02628	150
3	1,01101	0,00475	158	18	1,06606	0,02778	149
4	1,01468	0,00633	157	19	1,06973	0,02927	149
5	1,01835	0,00790	156	20	1,07340	0,03076	148
6	1,02202	0,00946	156	21	1,07707	0,03224	148
7	1,02569	0,01102	155	22	1,08074	0,03372	147
8	1,02936	0,01257	154	23	1,08441	0,03519	147
9	1,03303	0,01411	154	24	1,08808	0,03666	146
10	1,03670	0,01565	153	25	1,09175	0,03812	146
11	1,04037	0,01718	153	26	1,09542	0,03958	145
12	1,04404	0,01871	153	27	1,09909	0,04003	145
13	1,04771	0,02024	152	28	1,10276	0,04248	144
14	1,05138	0,03176	151	29	1,10643	0,04392	144
15	1,05505	0,02327		30	1,11010	0,04536	

CORRECTION RELATIVE A LA PRESSION. — Tous les gaz suivent la loi de Mariotte, c'est-à-dire que leur volume est en raison inverse des pressions qu'ils supportent. Les légères anomalies qui ont été constatées peuvent être négligées tant pour leur valeur absolue qu'à cause des différences de pression relativement peu considérables qui se produisent dans le cours des expériences gazométriques.

Soit V le volume du gaz sous la pression atmosphérique H, le volume V' sous la pression normale de 760 millimètres de mercure sera donné par la proportion

$$V' : V = H : 760,$$

d'où

$$V' = V \frac{H}{760.}$$

Cela suppose que le niveau du mercure est exactement le même à l'intérieur de la cloche qu'à l'extérieur; s'il en était autrement, c'est-à-dire si le niveau intérieur était plus élevé que le niveau extérieur, ce qui arrive fréquemment, on mesurerait exactement la différence de niveau à l'aide du cathétomètre, en lisant la division à laquelle affleure le mercure dans la cloche et en dehors de la cloche. Si la cloche n'est pas divisée en millimètres, on mesurera exactement l'espace compris entre les divisions occupées par la colonne de mercure. On retranche ensuite cette hauteur de mercure de la pression barométrique observée, car son action s'exerce en sens contraire de cette pression.

Lorsqu'on mesure le gaz sur l'eau et qu'il y a une différence de niveau, on mesure celle-ci, et l'on retranche de la hauteur barométrique

observée cette hauteur d'eau exprimée en millimètres de mercure, c'est-à-dire divisée par la densité du mercure 13,6.

Correction relative a la tension de la vapeur d'eau. — Lorsque le gaz que l'on mesure est humide, la tension de la vapeur d'eau contribue avec la force élastique du gaz à faire équilibre à la pression extérieure; il faudra donc, pour connaître la force élastique du gaz, retrancher cette tension de vapeur de la pression barométrique observée. Cette tension varie, comme on sait, avec la température : elle se trouve consignée dans le tableau suivant de degré en degré et exprimée en millimètres de mercure. On représente généralement cette tension par la lettre *f*. Il est presque inutile de faire remarquer que pour qu'on ne commette pas d'erreur dans l'évaluation de la valeur de *f*, il faut que l'espace gazeux soit saturé d'humidité, et que pour cela il y ait un excès d'eau en présence.

TABLE DES TENSIONS DE LA VAPEUR D'EAU, D'APRÈS M. REGNAULT.

TEMPÉR.	TENSION en millimètres.	DIFFÉRENCE pour 1/10e de degré.	TEMPÉR.	TENSION en millimètres.	DIFFÉRENCE pour 1/10e de degré.	TEMPÉR.	TENSION en millimètres.	DIFFÉRENCE pour 1/10e de degré.
0	4,6	0,03	12	10,5	0,07	24	22,2	0,14
1	4,9	0,04	13	11,2	0,07	25	23,6	0,14
2	5,3	0,04	14	11,9	0,08	26	25,0	0,15
3	5,7	0,04	15	12,7	0,08	27	26,5	0,16
4	6,1	0,04	16	13,5	0,09	28	28,1	0,17
5	6,5	0,05	17	14,4	0,09	29	29,8	0,17
6	7,0	0,05	18	15,3	0,10	30	31,5	0,19
7	7,5	0,05	19	16,3	0,11	31	33,4	0,20
8	8,0	0,06	20	17,4	0,11	32	35,4	0,20
9	8,6	0,06	21	18,5	0,12	33	37,4	0,22
10	9,2	0,06	22	19,7	0,12	34	39,6	0,22
11	9,8	0,07	23	20,9	0,13	35	41,8	0,24
12	10,5		24	22,2		36	44,2	

En résumé, les différentes corrections qu'on doit faire subir au volume d'un gaz pour le ramener aux conditions normales de température et de pression, sont contenues dans la formule

$$V_0 = V \frac{H - h - f}{760\ (1 + 0{,}00367\ t^0)},$$

dans laquelle V_0 représente le volume corrigé; V, le volume observé; H, la pression atmosphérique observée; *h*, la hauteur du mercure dans la cloche, ou la hauteur d'eau exprimée en millimètres de mercure; *f*, la tension de la vapeur d'eau, aussi exprimée en millimètres de mercure; 760, la pression barométrique normale; 0,00367, le coefficient de dilatation des gaz, et *t*, la température du gaz.

MM. Williamson et Russell ont fait connaître un appareil qui dispense, dans l'analyse des gaz, des observations de température et de pression, et, par conséquent, des corrections qu'elles nécessitent. Le volume d'un gaz ne change pas par un abaissement de température, lorsqu'on lui fait subir en même temps une diminution de pression correspondante à la diminution de tension qu'éprouve le gaz par l'abaissement de la température; de même une augmentation de température pourra être compensée par une augmentation de pression. Cette variation de pression est obtenue, dans l'appareil imaginé par M. Williamson et Russell, en plongeant plus ou moins dans le mercure l'eudiomètre renfermant le gaz. Ainsi, pour une diminution dans la température, ou pour une augmentation dans la pression barométrique, il faudra soulever l'eudiomètre, et il faudra au contraire le faire plonger davantage pour une augmentation de température ou pour une diminution de la pression atmosphérique, si l'on veut maintenir le volume du gaz constant.

Pour savoir la quantité dont il faudra faire varier la pression pour chaque hauteur barométrique et pour chaque température, parce que le gaz occupe le même volume que dans les conditions normales, MM. Williamson et Russell plongent à côté de l'eudiomètre, dans le vase à mercure, un second tube de 16 à 18 centimètres de longueur, et de même diamètre que l'eudiomètre. A l'extrémité ouverte de ce tube se trouve soudé un tube de même longueur, mais d'un diamètre plus petit; ce tube renferme de l'air dont le volume, dans les circonstances normales de température et de pression, est déterminé par un trait marqué sur le tube, et ce volume pourra ainsi être maintenu constant, pour les différentes variations atmosphériques, en le plongeant dans le mercure ou en le soulevant. L'appareil de MM. Williamson et Russell est disposé de telle sorte que l'eudiomètre suit les mêmes mouvements que ceux que l'on imprime au tube à air, et le gaz qu'il contient se trouve par conséquent, comme cet air lui-même, ramené à son volume normal. (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 786.)

ANALYSE GAZOMÉTRIQUE.

Après avoir fait connaître les méthodes usitées pour transvaser et mesurer les volumes gazeux, il nous faut faire connaître les opérations analytiques auxquelles on a recours pour séparer les gaz et pour calculer leur composition. Ces opérations sont de deux sortes : l'absorption de certains gaz par des réactifs spéciaux, et la combustion eudiométrique, c'est-à-dire la détonation du gaz par l'oxygène, sous l'influence de l'étincelle électrique. Cette dernière opération s'applique à l'analyse des gaz carbonés ou hydrogénés.

Les appareils employés pour les détonations eudiométriques ont été décrits en détail dans le tome Ier de ce traité (page 301 et suiv.), nous n'y reviendrons donc pas; mais nous ferons remarquer que c'est à l'eu-

diomètre de M. Bunsen que l'on doit généralement donner la préférence, car, par son emploi, on évite les transvasements de gaz, et l'on se met ainsi à l'abri de grandes causes d'erreur.

Quand on fait détoner avec un excès d'oxygène un gaz renfermant du carbone et de l'hydrogène, tout le carbone est converti en acide carbonique et l'hydrogène en eau ; l'acide carbonique produit peut facilement être absorbé par la potasse caustique. La diminution de volume produite par cette absorption indique donc la quantité d'acide carbonique produit, et par conséquent la quantité de carbone dans le gaz soumis à l'analyse. La quantité d'hydrogène est donnée par la contraction produite par la détonation, contraction que l'on mesure avant d'absorber l'acide carbonique qui a pu se produire en même temps.

Lorsqu'il s'agit de doser de l'oxygène, on fait détoner le gaz avec de l'hydrogène en excès ; de la contraction produite, on déduira aisément la quantité d'oxygène contenue dans le gaz analysé.

L'oxygène et l'hydrogène employés dans les analyses eudiométriques doivent être parfaitement purs. L'oxygène doit être préparé par la calcination du chlorate de potasse dans de petites cornues, et ne doit être recueilli que lorsque l'air a été soigneusement expulsé de l'appareil ; on le reçoit directement dans l'eudiomètre. La quantité d'oxygène à employer doit être du double environ de celle qu'exigerait la combustion complète, mais elle ne doit pas dépasser trois à quatre fois cette quantité.

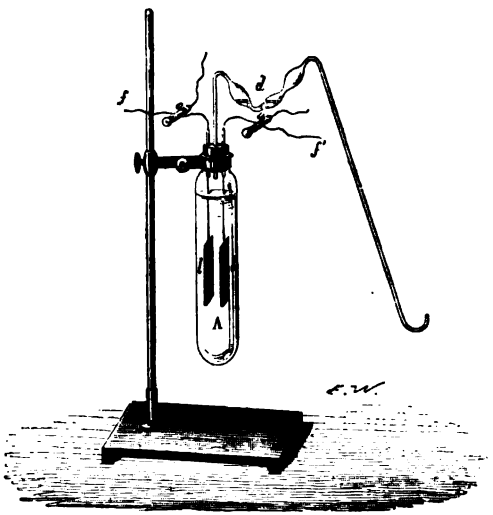

Fig. 22.

Quant à l'hydrogène, on doit le préparer en employant de l'acide sulfurique et du zinc chimiquement purs. La quantité qu'il faut en employer est de 3 à 10 volumes pour 1 volume d'oxygène.

Il peut arriver, lorsque le gaz à analyser renferme beaucoup d'azote, que la détonation n'ait pas lieu ou qu'elle soit incomplète : il faut, dans ce cas, ajouter au mélange gazeux une certaine quantité de gaz détonant que l'on obtient par l'électrolyse de l'eau ; la combustion est alors complète. Ce gaz se prépare facilement à l'aide du petit appareil imaginé par M. Bunsen, et représenté figure 22.

Cet appareil consiste en une éprouvette A, fermée par un liége à tra-

vers lequel passent le tube de dégagement *d* et deux petits tubes dans chacun desquels est soudé hermétiquement un fil de platine *f*; à ces fils de platine sont fixées deux lames de même métal *ll*. L'éprouvette étant remplie d'eau distillée aiguisée d'un dixième d'acide sulfurique pur, on fait communiquer les fils de platine avec les deux pôles d'une pile de Bunsen : la décomposition de l'eau commence immédiatement. On recueille directement dans l'eudiomètre le mélange d'oxygène et d'hydrogène ainsi obtenu ; il n'est pas nécessaire d'en mesurer exactement le volume, car il disparaît en totalité.

Il peut aussi arriver que le mélange gazeux renferme des quantités considérables de gaz combustibles, en même temps que de petites quantités d'azote : dans ce cas, la combustion est parfaite, et il peut arriver qu'une partie de l'azote se combine même avec l'oxygène pour former de l'acide nitrique. Il disparaît, dans ce cas, une quantité d'oxygène supérieure à celle qui serait nécessaire à la combustion de l'hydrogène et du carbone, et il en résulte des erreurs qui peuvent être considérables. Pour parer à cet inconvénient, M. Kolbe recommande de mêler au gaz inflammable, avant sa détonation, une quantité connue d'air atmosphérique (de 1 à 3 fois le volume du mélange gazeux). Par ce mélange la combustion est moins vive, et la température produite n'est pas assez élevée pour pouvoir favoriser la formation de l'acide nitrique.

Il est en outre utile, dans un grand nombre de cas, de mélanger aux gaz combustibles une certaine quantité d'air, afin d'éviter la rupture de l'eudiomètre, qui pourrait se produire par la violence de la détonation.

Voici maintenant la marche à suivre pour soumettre un gaz à l'analyse. On commence par introduire dans l'eudiomètre le gaz à analyser, et l'on en mesure exactement le volume V.

On ajoute assez d'oxygène pour que tout le gaz combustible puisse être brûlé, et l'on mesure de nouveau le volume V'. La quantité d'oxygène ajoutée O sera donc égale à V' — V. On fait alors passer l'étincelle électrique dans le mélange, et, après que la détonation a eu lieu, on attend que l'équilibre de température se soit de nouveau établi, et l'on mesure le volume V'' du résidu ; la différence V' — V'' mesure la contraction C produite par la combustion.

Enfin, on absorbe par la potasse caustique l'acide carbonique produit, et l'on mesure le volume V''' du résidu gazeux ; la quantité d'acide carbonique est exprimée par V'' — V''', et il ne reste plus qu'à calculer au moyen de ces données le résultat de l'analyse.

Par l'effet de la combustion, tout le gaz combustible V a été transformé en eau qui s'est condensée, et en acide carbonique, dont le volume est précisément égal à celui de l'oxygène qu'il a fallu pour sa formation. Il restera donc dans l'eudiomètre le volume primitif de l'oxygène ajouté O, moins la quantité B qui a été nécessaire à la combustion de l'hydrogène et du carbone, plus le volume A de l'acide carbonique produit,

volume que l'on trouve en absorbant ce gaz par la potasse caustique. On aura donc :

Avant la combustion..... $V + O$
Après la combustion..... $O - B + A$.

Si l'on retranche le second volume du premier, on aura la contraction C déjà mesurée directement :

$$C = V + B - A \ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

Cette équation ne renfermant d'indéterminé que B, fait connaître la proportion relative de l'hydrogène, quand on connaît la quantité d'oxygène qui s'est combinée avec le carbone pendant la combustion.

La quantité de carbone contenu dans le gaz analysé se déduit du volume A de l'acide carbonique. Le volume x de vapeur de carbone que renferme l'unité de volume du gaz donne un volume égal à $2x$ d'acide carbonique; par conséquent, l'acide carbonique produit par le volume total V sera $2x$V, et l'on a

$$A = 2xV, \text{ d'où } x = \frac{A}{2V} \ldots\ldots\ldots (2).$$

La contraction observée suffit maintenant pour calculer la proportion relative de l'hydrogène. En effet, si l'unité du volume de gaz contient y d'hydrogène, celui-ci prenant $\frac{1}{2}y$ d'oxygène pour produire de l'eau, le volume initial en exigera $\frac{1}{2}Vy$. Le volume total B d'oxygène consommé se compose donc du volume $\frac{Vy}{2}$ et de l'oxygène employé à brûler le carbone : or, cette quantité est précisément égale au volume A d'acide carbonique produit. On aura donc

$$B = A + \frac{Vy}{2};$$

et si l'on substitue cette valeur de B dans l'équation (1), il vient

$$C = V + \frac{Vy}{2},$$

d'où

$$y = 2\left(\frac{C}{V} - 1\right) \ldots\ldots\ldots (3).$$

Prenons pour exemple l'analyse du gaz oléifiant. Voici les résultats fournis par une combustion opérée en présence d'un volume d'air considérable, ajouté dans le but d'atténuer la violence de la détonation.

	Volumes des gaz secs ramenés à la température et à la pression normales.	
	c. c.	
Volume du gaz initial V.....	8,6	
Après l'addition d'air.....	154,5	
Après l'addition d'oxygène	177,5	c. c. 17,2 = C.
Après l'explosion.....	160,3	17,3 = A.
Après l'absorption de l'acide carbonique.	143,0	

D'après ces résultats, on trouve dans un volume de gaz oléifiant :

$$\text{Vapeur de carbone...}\ x = \frac{A}{2V} = \frac{17,3}{2 \times 8,6} = 1 \text{ vol.}$$

$$\text{Hydrogène...}\ y = 2\left(\frac{C}{V} - 1\right) = 2\left(\frac{17,2}{8,6} - 1\right) = 2 \text{ vol.}$$

La densité des gaz est un élément précieux pour le contrôle des analyses eudiométriques. Ainsi, en représentant par D la densité d'un hydrogène carboné dont l'unité de volume contient x volumes de vapeur de carbone, et y volumes d'hydrogène, on a la relation

$$0,8292\ x + 0,0693\ y = D,$$

dans laquelle 0,8292 est la densité théorique de la vapeur de carbone, et 0,0693 la densité de l'hydrogène. Quand l'analyse est exacte, on trouve pour D une valeur très-rapprochée de la densité déterminée par l'expérience.

Si le gaz contient d'autres éléments que le carbone et l'hydrogène, il suffira de déduire de l'observation une nouvelle équation se rapportant au troisième élément. Prenons, par exemple, un gaz renfermant de l'hydrogène, du carbone et de l'azote (méthylamine, acide cyanhydrique).

On fait détoner le gaz avec un excès d'oxygène, et l'on mesure la contraction c; puis, en absorbant le gaz acide carbonique par la potasse, la quantité A de ce gaz qui s'est formé. Le résidu de la combustion est alors égal au volume O de l'oxygène absorbé, moins le volume B de l'oxygène employé à brûler le carbone et l'hydrogène, plus le volume A de l'acide carbonique, plus le volume N de l'azote devenu libre. On aura :

Avant la combustion.....	V + O
Après la combustion	O − B + A + N.

Retranchant le second volume du premier, on trouvera pour la valeur de la contraction C :

$$C = V + B - A - N.$$

Substituant à B sa valeur $A + \frac{Vy}{2}$ trouvée plus haut, y étant la quantité d'hydrogène contenue dans le gaz analysé, il vient

$$C = V + \frac{Vy}{2} - N, \text{ d'où } y = 2\left(\frac{C + N}{V} - 1\right).$$

Ainsi, quand la quantité N d'azote est connue, on déduit, de la contraction observée, l'hydrogène y renfermé dans un volume du gaz analysé.

Pour déterminer l'azote, on fait détoner le résidu de la combustion avec un excès d'hydrogène, et l'on mesure la diminution de volume. Le tiers de cette diminution représente l'oxygène disparu; en le défalquant du volume initial du résidu, on a le volume N de l'azote; et si n représente la quantité d'azote contenue dans un volume du gaz analysé, le volume V de ce gaz en renfermera nV. On aura donc

$$N = nV, \text{ d'où } n = \frac{N}{V}.$$

Cette détermination fait voir la marche à suivre pour faire l'analyse d'un mélange gazeux renfermant de l'azote et de l'oxygène.

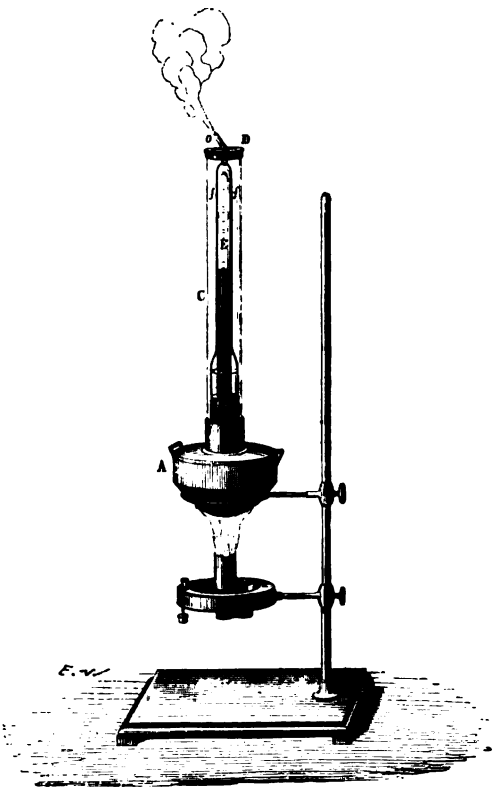

Fig. 23.

Quand le gaz à analyser contient du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, on commence par faire détoner un volume V de ce gaz avec un excès d'oxygène, et l'on mesure la contraction C. Mais, avant d'absorber par la potasse l'acide carbonique produit, on détermine à l'état de vapeur la quantité d'eau formée par la combustion; à cet effet, on se sert de l'appareil suivant imaginé par M. Bunsen (fig. 23).

Cet appareil consiste en une marmite de tôle A surmontée d'un long cylindre de verre C, au couvercle D duquel est attaché un support *ff* destiné à recevoir l'eudiomètre E. Pour me-

surer le volume de la vapeur d'eau formée, on place l'eudiomètre dans le vase de verre I, à moitié rempli de mercure, et on l'introduit, au moyen du support *ff*, dans le cylindre C, dans lequel on fait passer un courant rapide de vapeur d'eau engendrée dans la marmite A; l'orifice *o* donne issue à la vapeur. La température de 100° est bien suffisante pour réduire en vapeur toute l'eau contenue dans l'eudiomètre, car le point d'ébullition de cette eau est beaucoup abaissé en vertu de la colonne mercurielle contenue dans l'eudiomètre et dont la pression s'exerce en sens contraire de la pression atmosphérique. Quand le volume de gaz contenu dans l'eudiomètre reste constant, ce qui a lieu quand toute l'eau est réduite à l'état de vapeur, on mesure ce volume en tenant compte de la pression atmosphérique et de la hauteur de la colonne mercurielle au-dessus du niveau du mercure dans le vase I. A l'aide de ces données, on calcule le volume E qu'occuperait la vapeur d'eau ramenée à la pression et à la température normales. On absorbe ensuite l'acide carbonique pour connaître son volume A.

Après le passage de l'étincelle, le volume du résidu est donc égal au volume de l'oxygène ajouté, moins l'oxygène $2x\mathrm{V} = \mathrm{A}$ qu'exige la combustion du carbone, moins l'oxygène $\frac{\mathrm{V}y}{2} = \frac{\mathrm{E}}{2}$ qu'il a fallu pour brûler l'hydrogène, plus l'acide carbonique formé A, plus l'oxygène $z\mathrm{V}$ contenu dans le gaz à analyser (z étant la quantité d'oxygène contenue dans un volume de ce gaz). On a donc:

Avant la combustion..... $\mathrm{V} + \mathrm{O}$

Après la combustion..... $z\mathrm{V} + \mathrm{O} + \mathrm{A} - \mathrm{A} - \frac{\mathrm{E}}{2}$.

En retranchant, comme plus haut, le second volume du premier, on obtient pour la valeur de la contraction observée:

$$\mathrm{C} = \mathrm{V} - z\mathrm{V} + \frac{\mathrm{E}}{2}, \text{ d'où } z = 1 + \frac{\mathrm{E}}{2\mathrm{V}} - \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}}.$$

Dans ce cas, on déduit l'hydrogène y du volume E de la vapeur d'eau mesurée directement $\left(y = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{V}}\right)$, et l'on calcule l'oxygène z à l'aide de la contraction. (M. Bunsen.)

EMPLOI DES RÉACTIFS ABSORBANTS.

Il se présente dans les analyses gazométriques une seconde série d'opérations ayant pour but la séparation des gaz contenus dans un mélange gazeux. Ces opérations dépendent en grande partie de la nature des gaz à séparer; néanmoins il y a une marche générale qu'il est utile de suivre.

On commence par absorber les gaz qu'il est facile de détruire ou de faire entrer en combinaison. L'examen du résidu des gaz non absorbés qui, outre l'azote, ne renferment en général que des gaz combustibles, constitue la seconde partie de l'analyse. L'absorption des gaz s'effectue dans un tube gradué représenté figure 24. Il ne faut employer comme réactifs absorbants que des substances n'ayant pas de tension de vapeur, ou au moins en ayant une qui soit facile à déterminer avec précision; il faut, dans ces opérations, qu'aucun gaz ne puisse prendre naissance par l'action des réactifs. Pour éviter tout accès d'air, lorsque l'on introduit les réactifs sous la cloche, on donne à ceux-ci la forme de petites balles fixées à l'extrémité d'un fil de platine par lequel on les introduit dans le tube à absorption.

Fig. 24.

Pour façonner en balles les substances fusibles, on les fait fondre et on les coule dans un moule à balles, dans l'ouverture duquel se trouve placé un fil de platine aboutissant au centre de la cavité du moule, et recourbé en œillet à son extrémité. Pour façonner en balles les corps non fusibles, on les réduit en poudre fine, et l'on en fait avec de l'eau une pâte épaisse que l'on comprime dans le moule autour du fil de platine. Après la dessiccation, ces balles acquièrent assez de consistance pour pouvoir être introduites sous le mercure dans le tube à absorption. Les balles ainsi préparées présentent souvent l'inconvénient de condenser dans leurs pores des quantités notables de gaz; dans ce cas, il faut les imprégner, avant de s'en servir, d'un liquide qui, comme l'acide phosphorique sirupeux, n'absorbe point le gaz. S'agit-il d'introduire dans le tube à absorption des réactifs liquides, on en imprègne des balles de coke fixées à l'extrémité d'un fil de platine et assez poreuses pour contenir la quantité de liquide nécessaire à l'absorption. Pour préparer ces balles, on pulvérise ensemble 1 partie de houille grasse, *exempte de pyrite,* et 2 parties de coke; on introduit ce mélange autour du fil de platine, dans le moule à balles, et l'on chauffe ce dernier lentement jusqu'au rouge, dans un feu de charbon. Si les balles sont encore trop poreuses après ce traitement, on les chauffe à 100° et on les trempe dans du sirop de sucre ou dans du goudron de houille, et on les soumet à une nouvelle calcination à la lampe d'émailleur.

Quoique, en général, le volume de ces balles n'excède guère une des divisions du tube, l'air adhérent à leur surface peut facilement produire une erreur de 0,05 à 0,1 de division. Pour amoindrir cette erreur, on humecte la balle, et on l'introduit sous le mercure en la promenant entre les doigts, de manière à chasser l'air qui y adhère, puis on la fait pénétrer sous la cloche.

L'emploi des réactifs absorbants sous forme liquide est à rejeter dans la plupart des cas, puisque les gaz confinés y entrent en dissolution, selon leurs coefficients d'absorption et leurs volumes respectifs. Les

réactifs liquides ont, en outre, l'inconvénient d'émettre des vapeurs dont la tension n'est pas toujours facile à déterminer.

(M. Bunsen.)

Après avoir fait voir, par des considérations générales, quelles sont les méthodes usitées pour les analyses gazométriques, nous allons passer en revue la manière de séparer et de doser les différents gaz.

I. — AZOTE.

L'azote ne peut être absorbé par aucun réactif, aussi reste-t-il toujours comme résidu final, même après la combustion dans l'eudiomètre, si l'on a eu soin de suivre les prescriptions que nous avons indiquées page 945. On peut cependant combiner l'azote avec l'oxygène, sous forme d'acide nitrique, en faisant détoner les deux gaz avec le double de leur volume de gaz de la pile. Si l'on emploie de 3 à 5 parties de gazde la pile pour 1 partie du mélange d'azote et d'oxygène, il se produit une si grande quantité d'acide nitrique, que le mercure est attaqué. Il est impossible d'obtenir des résultats exacts par ce procédé, puisque la combustion n'est jamais complète, et que la tension des vapeurs d'acide nitrique ainsi que la production du bioxyde d'azote sont de trop grandes causes d'erreurs.

II. — OXYGÈNE.

Le dosage le plus exact de l'oxygène, soit isolé, soit mélangé d'azote, se fait par la combustion de ce gaz avec un excès d'hydrogène. Comme l'hydrogène constitue les deux tiers, et l'oxygène un tiers du gaz disparu dans la combustion, il est facile de déterminer la quantité d'oxygène en divisant par 3 la contraction observée. Du reste, nous renvoyons pour ce cas à l'analyse de l'air qui a été traitée d'une manière détaillée, tome Ier, page 301.

Dans le cas où l'oxygène se trouve en présence de gaz combustibles, il est préférable de le déterminer par les réactifs absorbants. On peut se servir, à cet effet, d'une balle de phosphore. L'absorption n'a lieu qu'à 10 ou 12°, quelquefois même seulement à 15 ou 25°, et même lorsque l'oxygène est mélangé à de grandes quantités de gaz hydrocarbonés, l'absorption n'a lieu que vers la température de la fusion du phosphore.

Il vaut mieux employer comme réactif absorbant de l'oxygène une solution alcaline d'acide pyrogallique qu'on introduit aisément dans le tube à absorption en en imprégnant une balle de papier mâché. L'absorption est lente, mais elle se fait d'une manière complète; il faut seu-

lement avoir soin de renouveler plusieurs fois la balle. Après cette absorption, il faut dessécher ce gaz, au moyen d'une balle de potasse, et si le mélange renferme des gaz absorbables par la potasse, il faut déterminer ceux-ci avant l'emploi du pyrogallate de potasse. Ce dernier sel est employé à l'état de solution sirupeuse, et n'a pas besoin d'être chimiquement pur. Le produit obtenu par la distillation sèche des noix de galle de Chine, concentré au bain-marie et saturé de potasse caustique, peut convenir dans la plupart des cas.

III. — ACIDE CARBONIQUE.

L'acide carbonique est absorbé complétement par la potasse. On procède à cette absorption, en introduisant dans le mélange gazeux une balle de potasse humectée d'eau ; lorsque la proportion d'acide carbonique est considérable, on retire la balle, on la lave à l'eau distillée et on l'introduit de nouveau dans le gaz. On répète cette opération aussi longtemps qu'il y a absorption ; lorsque celle-ci est complète, on remplace la balle humide par une balle de potasse bien exempte d'eau, pour dessécher le gaz.

Si, outre l'acide carbonique, le mélange gazeux renferme de l'oxygène et de l'azote, on absorbe l'acide carbonique dans le tube à absorption, et l'on transvase le résidu dans "eudiomètre pour pouvoir effectuer la détonation avec l'hydrogène, ou bien absorber l'oxygène par le pyrogallate de potasse. L'azote reste pour résidu. De pareils mélanges gazeux se présentent fréquemment dans les mines, et il est souvent utile d'en faire l'analyse pour en connaître la salubrité.

IV. — HYDROGÈNE SULFURÉ.

On ne peut pas absorber complétement l'hydrogène sulfuré par des balles imprégnées de solutions métalliques, parce que celles-ci se recouvrent bientôt d'une couche de sulfure qui s'oppose à l'absorption complète ; les sels eux-mêmes, façonnés en balles, ne donnent guère de meilleurs résultats. Les peroxydes de plomb ou de manganèse décomposent facilement l'hydrogène sulfuré, seulement leur porosité leur donne la faculté d'absorber de grandes quantités de gaz. Il est cependant possible de façonner des balles de ces substances dont on peut beaucoup atténuer la porosité en les plongeant dans de l'acide phosphorique sirupeux. Pour dessécher ensuite le gaz, on y introduit une balle d'acide phosphorique fondu.

Un autre procédé, applicable surtout dans les cas de petites quantités d'hydrogène sulfuré, donne aussi des résultats satisfaisants. Il consiste à absorber l'hydrogène sulfuré, en même temps que l'acide carbonique, par une balle de potasse que l'on dissout ensuite dans de l'eau distillée récemment bouillie et additionnée d'un peu d'empois d'amidon et d'acide acétique ; en ajoutant une solution renfermant un dixième de

milligramme d'iode par centimètre cube, on dose facilement la quantité d'hydrogène sulfuré existant dans la liqueur. Le moment où il faut cesser d'ajouter de l'iode est indiqué par la coloration bleue de la liqueur. On déduit le volume de l'hydrogène sulfuré de la quantité d'iode employée, puisque chaque milligramme de cette substance correspond à $0^{cc}.08777$ d'hydrogène sulfuré, ramené à la pression et à la température normales. (M. Bunsen.)

V. — ACIDE SULFUREUX.

Les procédés de dosage décrits pour l'hydrogène sulfuré sont applicables au dosage de l'acide sulfureux. Ce gaz se rencontre fréquemment, accompagnant l'acide carbonique, dans les gaz volcaniques.

VI. — ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Ce gaz, comme les précédents, peut être absorbé par une balle de potasse. S'il est en présence de l'acide carbonique ou d'autres gaz absorbables par la potasse, son dosage peut présenter quelques difficultés, mais il peut néanmoins se faire avec exactitude.

Après avoir desséché le gaz avec une balle d'acide phosphorique, on absorbe le gaz acide chlorhydrique par une balle d'oxyde de bismuth ou d'oxyde de zinc, ou mieux par un sel riche en eau de cristallisation, comme le sulfate de soude. On roule en œillet l'extrémité d'un fil de platine, et on le trempe à plusieurs reprises dans ce sel, fondu dans son eau de cristallisation.

Si l'acide chlorhydrique est en petite quantité, ce procédé fournit de bons résultats; mais si sa proportion en est un peu considérable, il faut de temps à autre dessécher le gaz et introduire une nouvelle balle de sulfate de soude.

Après le dosage de l'acide chlorhydrique, on absorbe, d'après les procédés indiqués précédemment, l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique, si ces gaz existent dans le mélange.

VII. — HYDROGÈNE.

L'hydrogène se dose toujours à l'état d'eau, en mesurant la contraction qui a lieu par la combustion dans l'eudiomètre avec un excès d'oxygène; la quantité d'hydrogène correspond au tiers de la contraction. Nous ne reviendrons pas ici sur les précautions à prendre pour rendre ce dosage exact, ni sur celles qu'exige la présence d'une quantité plus ou moins considérable d'azote; cette dernière circonstance, qui se présente quelquefois, a déjà fixé notre attention (page 945).

Lorsque l'hydrogène est mélangé à des gaz absorbables, on commence par se débarrasser de ceux-ci par les réactifs appropriés.

VIII. — OXYDE DE CARBONE.

L'oxyde de carbone peut être séparé de la plupart des autres gaz par une solution concentrée de chlorure cuivreux qu'on introduit dans le mélange, en en imbibant une balle de papier mâché. Après avoir absorbé l'acide carbonique par la potasse, on absorbe l'oxyde de carbone par une balle de chlorure cuivreux ; seulement, avant de faire les lectures, il faut absorber les vapeurs d'acide chlorhydrique provenant du chlorure cuivreux, par une balle de potasse. Si le mélange renferme de l'oxygène, on absorbe celui-ci par le pyrogallate de potasse, avant l'introduction du chlorure cuivreux.

Le procédé de dosage de l'oxyde de carbone le plus exact consiste à le brûler avec un excès d'oxygène, et à absorber par une balle de potasse l'acide carbonique formé. Cette méthode s'applique particulièrement à l'analyse des gaz qui se produisent dans les hauts fourneaux. Après l'absorption de l'acide carbonique par la potasse, on détermine la diminution de volume, et, comme 1 volume d'oxyde de carbone donne 1 volume d'acide carbonique, il en résulte que l'oxyde de carbone correspond aux deux tiers de la diminution, après l'addition d'oxygène.

Un volume d'oxyde de carbone exige, pour être converti en acide carbonique, un demi-volume d'oxygène.

D'après M. Berthelot, l'oxyde de carbone se combine très-lentement avec la potasse, même à la température ordinaire, circonstance dont il faudrait tenir compte.

IX. — GAZ DES MARAIS.

On détermine le gaz des marais en le faisant brûler dans un excès d'oxygène. Il renferme pour 1 volume, $\frac{1}{2}$ volume de carbone et 2 volumes d'hydrogène ; il exige donc pour sa combustion complète 2 volumes d'oxygène. Il se produit une contraction de 2 volumes provenant de la formation de l'eau, et 1 volume d'acide carbonique absorbable par la potasse.

Quand le gaz des marais se trouve en proportion notable dans un mélange gazeux renfermant de l'azote, il faut y ajouter 10 à 12 volumes d'air atmosphérique, pour éviter la production d'acide nitrique. Si, au contraire, le mélange ne renferme que de petites quantités de gaz des marais, il faut y ajouter du gaz de la pile, pour que la combustion soit complète.

Le gaz des marais ne peut être absorbé par aucun réactif ; il est très-peu soluble dans les divers dissolvants (eau, acide sulfurique, brome, chlorure cuivreux, etc.), bien qu'il s'y dissolve en proportion plus sensible que l'hydrogène ou l'oxyde de carbone.

M. Berthelot opère quelquefois la séparation du gaz des marais de l'hydrogène, en traitant le mélange par son volume d'alcool absolu bien purgé d'air; cet alcool dissout une grande partie du gaz des marais, et l'abandonne ensuite lorsqu'on le soumet à l'ébullition; seulement, il faut alors laver le gaz avec de l'eau ou de l'acide sulfurique, pour enlever les vapeurs d'alcool.

X. — ACÉTYLÈNE.

L'acétylène est entièrement absorbé par le chlorure cuivreux ammoniacal; seulement, après l'emploi de ce réactif, il faut absorber les vapeurs ammoniacales, ainsi que la vapeur d'eau, par une balle d'acide phosphorique.

L'acétylène est aussi facilement absorbé par le brome.

Un volume d'acétylène (C^4H^2) exige, pour sa combustion complète, 2 $\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène; la contraction due à l'eau est égale à 1 $\frac{1}{2}$ volume, et la quantité d'acide carbonique formée est égale à 2 volumes.

(M. Berthelot.)

XI. — ÉTHYLÈNE, OU GAZ OLÉIFIANT.

Le gaz éthylène, ou hydrogène bicarboné (gaz oléifiant, élayle), peut être dosé par absorption, à l'aide d'une solution liquide, mais aussi concentrée que possible, d'acide sulfurique anhydre dans l'acide sulfurique monohydraté. On introduit ce liquide dans le gaz sec, à l'aide d'une balle de coke, puis on absorbe par une balle de potasse les vapeurs d'acide sulfurique anhydre contenues dans l'eudiomètre après l'absorption de l'éthylène.

Si le mélange gazeux renferme d'autres gaz absorbables, comme l'acide sulfureux, l'acide carbonique, l'oxygène, on commence par absorber l'acide sulfureux, puis l'acide carbonique, puis l'éthylène, et en dernier lieu l'oxygène.

Le gaz oléifiant est peu soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, dans les liquides inflammables et dans le chlorure cuivreux; l'ébullition le dégage de ces dissolutions.

Le gaz oléifiant se combine très-facilement avec les corps halogènes, notamment avec le brome, qui peut servir à l'absorber dans certaines circonstances.

Il peut être dosé très-exactement par sa combustion avec l'oxygène. Si la quantité d'oxygène employée n'est pas beaucoup plus grande que celle qui est nécessaire à la combustion, la violence de l'explosion peut provoquer la rupture de l'eudiomètre. Il faut donc ajouter au gaz une quantité d'air suffisante pour que le mélange renferme environ 20 parties de gaz inerte pour 1 partie de gaz explosif. Un volume de gaz

éthylène exige, pour sa combustion complète, 3 volumes d'oxygène; il se produit 2 volumes d'acide carbonique, et la contraction résultant de la formation de l'eau est égale à 2 volumes.

XII. – BUTYLÈNE (TÉTRYLÈNE, GAZ DITÉTRYLE).

Ce gaz, découvert par Faraday, se rencontre à côté de l'éthylène dans les produits de la distillation sèche de la houille. Comme lui, et comme presque tous les hydrocarbures homologues ($C^{2n}H^{2n}$), il peut être absorbé par l'acide sulfurique fumant. Si on le soumet à la combustion dans l'eudiomètre, il faut ajouter 6 fois son volume d'oxygène; il se produit 4 volumes d'acide carbonique et 3 volumes de vapeur d'eau. Nous citerons plus loin un exemple d'analyse dans lequel figure ce gaz.

XIII. — HYDRURE D'ÉTHYLE.

Un volume d'hydrure d'éthyle exige, pour brûler, 3 $\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène; il produit 2 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 4 $\frac{1}{2}$ fois le volume de gaz primitif.

L'hydrure d'éthyle est très-peu soluble dans l'eau, dans le protochlorure de cuivre, dans le brome et dans l'acide sulfurique concentré; il est assez soluble dans l'alcool absolu, qui peut servir à le séparer de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone. (M. Berthelot.)

XIV. — PROPYLÈNE.

Un volume de propylène exige pour sa combustion 4 $\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène; il produit 3 volumes d'acide carbonique; et, après l'absorption de ce dernier par la potasse, la diminution finale est égale à 5 $\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif.

Ce gaz est très-peu soluble dans l'eau, mais très-soluble dans l'alcool et dans les liquides inflammables. Le chlorure cuivreux le dissout en proportion notable, quoique plus faible que le gaz oléifiant.

Le brome absorbe très-énergiquement le propylène. L'acide sulfurique fumant l'absorbe très-rapidement, et l'acide monohydraté l'absorbe complétement, après quinze à vingt secousses. (M. Berthelot.)

XV. — HYDRURE DE PROPYLE.

Un volume de ce gaz exige pour brûler 5 volumes d'oxygène; il produit 3 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 6 fois le volume de gaz primitif.

Ce gaz est très-peu soluble dans l'eau, dans le brome, dans l'acide

sulfurique fumant et dans le chlorure cuivreux ; mais il est très-soluble dans l'alcool absolu, ce qui peut servir à l'isoler d'un grand nombre d'autres gaz qui y sont peu solubles. (M. BERTHELOT.)

XVI. — HYDRURE DE BUTYLE.

Ce gaz, qui est isomère avec l'éthyle, et qui présente la même condensation (il est aussi isomère avec le méthyle-propyle), exige pour brûler 6 ½ volumes d'oxygène; il produit 4 volumes d'acide carbonique, et la diminution totale, après l'absorption de l'acide carbonique, est égale à 7 ½ fois le volume primitif.

Les propriétés de ce gaz sont à peu près les mêmes que celles de l'hydrure de propyle.

Maintenant que nous avons vu quelles sont les principales propriétés des différents gaz, et par quelles méthodes on arrive à les séparer et à les doser, nous terminerons en donnant un certain nombre d'analyses de mélanges gazeux; mais nous montrerons d'abord par des formules algébriques comment l'emploi de l'eudiomètre peut fournir des données sur la composition d'un mélange de gaz combustibles.

On a vu (page 945) qu'en faisant détoner un gaz défini avec un excès d'oxygène, et en déterminant, après la combustion, la contraction C, l'oxygène consommé B et l'acide carbonique produit A, on avait toutes les données nécessaires pour établir sa composition. On conçoit donc que si ces valeurs sont connues à l'avance pour chaque gaz considéré isolément, elles pourront servir à calculer les proportions relatives des gaz combustibles renfermés dans un mélange gazeux.

Le tableau suivant donne ces valeurs pour les gaz combustibles étudiés plus haut.

NOMS DES GAZ.	FORMULE correspondant à 4 volumes.	VOLUME du gaz brûlé.	CONTRACTION après la combustion C.	OXYGÈNE consommé B.	ACIDE carbonique produit A.
Hydrogène	H^2	1	1,5	0,5	0
Oxyde de carbone	C^2O^2	1	0,5	0,5	1
Gaz des marais	C^2H^4	1	2	2	1
Acétylène	C^4H^2	1	1,5	2,5	2
Éthylène	C^4H^4	1	2	3	2
Hydrure d'éthyle (et méthyle)	C^4H^6	1	2,5	3,5	2
Propylène	C^6H^6	1	2,5	4,5	3
Hydrure de propyle	C^6H^8	1	3	5	3
Butylène	C^8H^8	1	3	6	4
Hydrure de butyle (et éthyle)	C^8H^{10}	1	3,5	6,5	4

Lorsque l'on connaît la nature des gaz combustibles qui se trouvent

dans un mélange, il est facile de déterminer indirectement leurs proportions relatives au moyen des données numériques fournies par le tableau ci-dessus.

Considérons d'abord le cas le plus simple, celui d'un mélange renfermant deux gaz combustibles dont les volumes respectifs inconnus sont x et y. On fait détoner un volume déterminé V du mélange, avec un excès d'oxygène, et, après la combustion, on mesure la contraction C, puis le volume A de l'acide carbonique. Si l'on désigne par a et a' les quantités d'acide carbonique fournies par l'unité de volume des gaz x et y pris isolément, et par c et c' les contractions correspondantes à 1 volume de chacun de ces gaz, on a :

$$ax + a'y = A,$$
$$cx + c'y = C.$$

On trouvera donc les inconnues x et y en résolvant ces deux équations, après avoir remplacé les valeurs a et a', c et c' par les quantités indiquées par le tableau pour chaque cas particulier. Quand les gaz x et y sont mélangés à un volume z d'azote, il est aisé de déterminer celui-ci, puisqu'on a nécessairement

$$x + y + z = V.$$

Comme vérification, on détermine directement le volume z de l'azote en faisant détoner le résidu, formé d'azote et de l'excès d'oxygène, avec un excès d'hydrogène. Cette combustion inverse est d'ailleurs utile dans tous les cas, car le tiers de la contraction qui se produit, exprime l'excédant d'oxygène ajouté, et indique par conséquent la quantité B d'oxygène consommé par le mélange gazeux. Si l'on exprime alors par b la quantité d'oxygène nécessaire pour brûler 1 volume de gaz x et par b' celui qu'exige 1 volume du gaz y, il vient

$$bx + b'y = B,$$

relation qui doit être satisfaite en y introduisant les valeurs de x et de y trouvées par les premières équations. C'est toujours un contrôle précieux.

La combustion eudiométrique, fournissant trois données, A, B et C, peut aussi être appliquée à l'analyse d'un mélange renfermant trois gaz combustibles x, y et z, et de l'azote u. On a alors les quatre équations :

$$ax + a'y + a''z = A,$$
$$bx + b'y + b''z = B,$$
$$cx + c'y + c''z = C,$$
$$x + y + z + u = V.$$

Lorsqu'on a affaire à un mélange de quatre gaz combustibles, il faut nécessairement mesurer à l'état de vapeur l'eau produite par la combustion, opération qui a été décrite page 948. Les données A, B, C et E

permettent d'établir quatre équations pour les quatre inconnues. Comme vérification, on peut prendre la densité D du mélange, et désignant les densités individuelles par d, d', d'', d''', on a l'équation de condition :

$$dx + d'y + d''z + d'''u = D.$$

EXEMPLES D'ANALYSES DE QUELQUES MÉLANGES GAZEUX.

Mélange d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'acide carbonique et de gaz oléifiant.

1° On absorbe l'oxygène en introduisant dans le mélange un bâton de phosphore, ou bien une lame de cuivre humectée d'acide sulfurique; la diminution de volume fait connaître la quantité d'oxygène qui se trouvait dans le mélange.

2° L'acide carbonique est absorbé au moyen d'un fragment de potasse légèrement humectée, que l'on attache à un fil métallique et que l'on peut retirer à volonté.

3° Il ne reste plus à doser que l'hydrogène, le gaz oléifiant et l'azote. On mesure un certain volume du mélange de ces trois gaz; on le mêle à un volume connu d'oxygène; on l'introduit dans un eudiomètre, et l'on y fait passer une étincelle électrique.

L'hydrogène passe à l'état d'eau, et l'hydrogène bicarboné forme, en brûlant, de l'eau et de l'acide carbonique. Ces combustions sont représentées par les formules suivantes :

$$H + O = HO,$$
$$\underbrace{CH}_{1\text{ vol.}} + \underbrace{O^3}_{3\text{ vol.}} = \underbrace{CO^2}_{2\text{ vol.}} + HO.$$

On détermine, en l'absorbant par la potasse, la quantité d'acide carbonique qui s'est formé. On voit, d'après la formule précédente, que 2 volumes d'acide carbonique correspondent à 1 volume d'hydrogène bicarboné. Ces données permettent de calculer facilement la quantité d'hydrogène et d'hydrogène carboné qui se trouve dans le mélange gazeux.

Supposons, en effet, qu'après avoir introduit 200 volumes d'oxygène dans le mélange gazeux formé d'hydrogène, d'hydrogène carboné et d'azote, occupant 90 volumes, on y fasse passer une étincelle électrique, et que l'on observe une absorption de 90 volumes; le résidu, qui est 200 volumes, éprouve, par l'action de la potasse, une diminution de 52 volumes.

Ces 52 volumes d'acide carbonique correspondent à 26 volumes de gaz oléifiant. L'hydrogène contenu dans 1 volume de gaz oléifiant exige 1 volume d'oxygène pour former de l'eau ; par conséquent, les 26 volumes de gaz oléifiant ont dû prendre, en outre, 26 volumes d'oxygène pour produire de l'eau.

Si l'on retranche 26 du nombre 90, qui représente l'absorption, le reste 64 indique la quantité de gaz qui a disparu par la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène contenu dans le mélange gazeux; les deux tiers de cette absorption 42,66 représentent le volume de l'hydrogène.

Ainsi, les 90 volumes de mélange contenaient 26 volumes de gaz oléifiant, et 42,66 d'hydrogène libre; la différence 90 — 26 — 42,66 = 21,34 indique le volume de l'azote, qu'on pourrait, du reste, déterminer directement en absorbant, au moyen du phosphore, l'excès d'oxygène qui se trouve dans l'eudiomètre après la combustion.

Analyse d'un mélange d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'azote et d'oxygène.

1° On détermine la quantité d'acide carbonique contenue dans ce mélange au moyen de la potasse.

2° On absorbe l'oxygène, soit avec un bâton de phosphore, soit avec une lame de cuivre mouillée d'acide sulfurique faible.

3° Le résidu, formé d'azote et d'oxyde de carbone, est mêlé à un excès d'oxygène et soumis à l'action de l'étincelle électrique; l'oxyde de carbone donne, en brûlant, un volume d'acide carbonique égal à son propre volume :

$$\underbrace{CO}_{2\text{ vol.}} + O = \underbrace{CO^2}_{2\text{ vol.}}.$$

En appréciant donc, au moyen de la potasse, la quantité d'acide carbonique qui s'est produite par la combustion, on peut déterminer le volume d'oxyde de carbone contenu dans le mélange.

4° Quant à l'azote, on détermine son volume, soit par différence, soit directement, en absorbant l'excès d'oxygène contenu dans le résidu après la détonation, comme dans l'exemple précédent.

Analyse d'un mélange d'acide sulfureux et d'acide carbonique.

Pour séparer l'acide sulfureux de l'acide carbonique, qui sont deux gaz également absorbables par la potasse, on peut avoir recours aux méthodes suivantes :

1° On introduit dans le mélange gazeux du peroxyde de manganèse, qui absorbe seulement l'acide sulfureux en formant un mélange de sulfate et d'hyposulfate de manganèse : $3SO^2 + 2MnO^2 = MnO,SO^3 + MnO,S^2O^5$.

(Gay-Lussac.)

Cette séparation se fait ordinairement en introduisant dans le gaz une baguette de verre que l'on enduit d'empois, et que l'on roule dans du peroxyde de manganèse réduit en poudre fine.

2° Un mélange d'acide plombique (oxyde puce) et de borax peut aussi servir à séparer l'acide carbonique de l'acide sulfureux; le borax et

l'acide plombique portent uniquement leur action sur l'acide sulfureux, qui est absorbé, et transformé en sulfate de plomb.

3° On peut encore séparer l'acide sulfureux de l'acide carbonique en introduisant dans le mélange une baguette de verre recouverte d'empois saupoudré d'iodate de potasse ou d'iodate de soude; l'acide sulfureux est seul absorbé. (M. Persoz.)

Analyse d'un mélange d'oxyde de carbone, d'acide carbonique, d'acide sulfureux, d'azote, d'oxygène et d'hydrogène bicarboné.

1° On absorbe d'abord l'acide sulfureux au moyen du borax et de l'acide plombique.

2° Le volume de l'acide carbonique est déterminé au moyen de la potasse.

3° L'oxygène est absorbé par le phosphore ou par une lame de cuivre humectée d'acide sulfurique.

4° On détermine la proportion d'oxyde de carbone en absorbant ce gaz au rouge sombre par le potassium.

5° Pour apprécier le volume de l'hydrogène bicarboné, on mêle le résidu gazeux avec un excès d'oxygène ; on fait passer dans le mélange une étincelle électrique, et l'on détermine, au moyen de la potasse, la quantité d'acide carbonique formée : 1 volume d'acide carbonique représente, comme on l'a déjà dit, un égal volume de gaz oléifiant.

Quant à l'azote, on détermine son volume comme dans les exemples précédents, en mesurant le résidu, après avoir absorbé l'excès d'oxygène comme nous l'avons dit plus haut.

On pourrait, dans cette analyse, séparer le gaz oléifiant de l'oxyde de carbone et de l'azote, en employant l'acide sulfurique concentré, qui dissout le gaz oléifiant sans exercer d'action sur l'oxyde de carbone et sur l'azote ; la proportion d'oxyde de carbone serait ensuite déterminée facilement par la combustion dans l'eudiomètre : on sait, en effet, que 1 volume d'acide carbonique correspond à 1 volume d'oxyde de carbone.

Analyse d'un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné.

L'oxyde de carbone CO et le gaz des marais C^2H^4 donnent en brûlant un volume d'acide carbonique égal à leur propre volume ; mais tandis que le premier n'exige pour la combustion que la moitié de son volume d'oxygène, le second en exige le double. Ces données peuvent servir à déterminer les proportions de ces deux gaz.

Soient x le volume inconnu de l'oxyde de carbone, y le volume également inconnu du gaz des marais, et a la somme de leurs volumes, qui est connue.

Nous aurons $x + y = a$.

Soit b le volume d'oxygène employé à la décomposition.

x prend pour brûler la moitié de son volume d'oxygène :

$$\underbrace{CO}_{2\text{ vol.}} + \underbrace{O}_{1\text{ vol.}} = CO^2.$$

y en prend le double :

$$\underbrace{CH^2}_{2\text{ vol.}} + \underbrace{O^4}_{4\text{ vol.}} = CO^2 + 2HO.$$

Donc

$$\frac{x}{2} + 2y = b.$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{4a - 2b}{3} \text{ et } y = \frac{2b - a}{3}$$

On voit qu'en connaissant le volume du mélange et le volume d'oxygène employé à la combustion des deux gaz, on pourra trouver facilement les volumes x et y d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné.

Analyse d'un gaz d'éclairage préparé avec le cannel-coal dans une usine à gaz de Manchester, d'après M. Bunsen.

Ce gaz contient huit éléments constitutifs, qui sont : l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, l'azote, l'oxyde de carbone, le gaz des marais, l'hydrogène, l'éthylène et le butylène.

On commence par doser l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique dans le tube à absorption, savoir :

OBSERVATIONS.	VOLUME.	PRESSION.	TEMPÉRAT.	VOLUME à 8° et 1m de pression.
Volume de gaz initial....	120,5	0,7250	2,8	86,48
Après l'absorption de l'hydrogène sulfuré.....	120,0	0,7259	2,8	86,23
Après l'absorption de l'acide carbonique.....	114,4	0,7341	3,0	83,06

On en déduit la composition :

a.

Hydrogène sulfuré.	0,25
Acide carbonique	3,17
Éthylène.....	
Butylène	
Azote	83,06
Oxyde de carbone	
Hydrogène.....	
Gaz des marais	
	86,48

Le résidu de 83,06 volumes, ainsi débarrassé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, est soumis successivement aux analyses suivantes. Avec une portion A de ce résidu on détermine, par l'acide sulfurique fumant, la somme des volumes des gaz éthylène et butylène. Le gaz B, qui reste après ce dosage, est transvasé dans un eudiomètre à combustion et brûlé avec un excès d'oxygène, d'après la méthode précédemment indiquée. On répète enfin la même analyse par combustion avec une troisième portion C du gaz débarrassé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, mais renfermant encore les gaz éthylène et butylène.

ANALYSE *A*.

OBSERVATIONS.	VOLUME.	PRESSION.	TEMPÉRAT.	VOLUME à 0° et 1m de pression.
Volume de gaz initial.....	103,1	0,7266	3,3	74,02
Après l'absorption par SO^3.....	96,5	0,7217	2,4	69,04

Il en résulte :

b.

Butylène.....	4,98
Éthylène.....	
Azote.....	69,04
Oxyde de carbone.....	
Hydrogène.....	
Gaz des marais.....	
	74,02

En rapportant cette composition au volume 83,06 de l'analyse *a*, il vient :

c.

Hydrogène sulfuré.....	0,25
Acide carbonique.....	3,17
Éthylène.....	5,59
Butylène.....	
Azote.....	77,47
Oxyde de carbone.....	
Hydrogène.....	
Gaz des marais.....	
	86,48

La composition du résidu de 77,47 volumes se déduit de l'analyse B.

ANALYSE *B*.

OBSERVATIONS.	VOLUME.	PRESSION.	TEMPÉRTA.	VOLUME à 0° et 1m de pression.
Volume de gaz initial	255,0	0,3395	2,0	86,28
Après l'addition d'air	750,7	0,7358	2,2	547,90
Après l'addition d'oxygène	814,3	0,7394	2,2	597,25
Après l'explosion	688,0	0,6754	2,2	460,95
Après l'absorption de l'acide carbonique	645,1	0,6537	0,5	420,94
Après l'addition d'hydrogène	819,0	0,7490	0,5	612,30
Après l'explosion	675,3	0,6696	0,6	451,16

Volume des gaz combustibles	83,91
Oxygène consommé	92,39
Acide carbonique formé	40,01
Azote	2,37

Azote	2,37
Oxyde de carbone	6,39
Hydrogène	43,90
Gaz des marais	33,62
	86,28

La composition, rapportée aux 77,47 volumes de l'analyse *c*, donne :

d.

Hydrogène sulfuré	0,25
Acide carbonique	3,17
Éthylène Butylène	5,59
Azote	2,13
Oxyde de carbone	5,74
Hydrogène	39,42
Gaz des marais	30,18
	86,48

Pour déterminer le rapport de l'éthylène au butylène, on a recours à l'analyse C, faite avec une portion du gaz qui renferme tous les éléments, sauf l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré.

ANALYSE *C*.

OBSERVATIONS.	VOLUME.	PRESSION.	TEMPÉRAT.	VOLUME à 8° et 1m de pression.
Volume de gaz initial	70,5	0,1593	3,2	11,10
Après l'addition d'air	294,1	0,3583	2,3	104,46
Après l'addition d'oxygène	343,2	0,4008	3,0	136,06
Après l'explosion	315,9	0,3775	3,0	117,96
Après l'absorption par la potasse	297,2	0,3781	3,2	111,07

Les 11,10 volumes de gaz soumis à l'analyse renferment, d'après l'analyse *d* :

e.

Éthylène Butylène	0,747
Azote	0,284
Hydrogène	5,268
Oxyde de carbone	0,767
Gaz des marais	4,034
	11,100

Les quantités d'hydrogène, d'oxyde de carbone et de gaz des marais contenues dans ces 11,1 volumes devaient donner, par la combustion, une contraction de 16,353 volumes et 4,801 volumes d'acide carbonique. Or, d'après l'analyse C, ces mêmes gaz, y compris les 0,747 volume d'éthylène et de butylène, ont donné, par la combustion, une contraction de 18,100 volumes et 6,890 volumes d'acide carbonique. Il en résulte que la contraction due aux gaz éthylène et butylène est égale à 18,100 — 16,353 = 1,747 volume, et que l'acide carbonique formé par la combustion des 0,747 volume de ces deux gaz est égale à 6,890 — 4,801 = 2,089 volumes. Les éléments de calcul sont donc les suivants :

Gaz employé	0,747 = A
Acide carbonique formé	2,089 = B
Contraction due à la combustion	1,747 = C

Un volume d'étylène (1 vol. C + 2 vol. H) donne 2 volumes d'acide carbonique et une contraction de 2 volumes. Un volume de butylène (2 vol. C + 4 vol. H) donne 4 volumes d'acide carbonique et une contraction de 3 volumes.

En désignant par x la quantité d'éthylène, par y la quantité de butylène, par A la somme de leurs volumes, et par B l'acide carbonique résultant de leur combustion, on a les équations :

$$x + y = A, \quad (1)$$
$$2x + 4y = B; \quad (2)$$

d'où

$$y = \frac{B - 2A}{2},$$
$$x = A - \frac{B - 2A}{2}$$

En substituant dans ces formules les valeurs numériques trouvées pour A et B, il vient :

Butylène	0,298
Éthylène	0,449
	0,747

La contraction C fournit une troisième équation :

$$2x + 3y = C, \ldots\ldots \quad (3)$$

qui, combinée avec l'équation (1), fournit les valeurs :

$$y = C - 2A,$$
$$x = A - C + 2A,$$

dont on déduit la composition suivante :

Butylène	0,253
Éthylène	0,494
	0,747

La concordance des deux calculs sert à confirmer l'hypothèse que le mélange gazeux ne renfermait que de l'éthylène et du butylène. En prenant la moyenne des deux résultats et en rapportant aux 5,59 volumes de l'analyse *d* les quantités de butylène et d'éthylène trouvées dans les 0,747 volume, on obtient la composition suivante du gaz :

Azote	2,13
Hydrogène sulfuré	6,25
Acide carbonique	3,17
Éthylène	8,53
Butylène	2,06
Oxyde de carbone	5,74
Hydrogène	39,42
Gaz des marais	30,18
	86,48

ou en 100 parties :

Hydrogène	45,58
Gaz des marais	34,90
Oxyde de carbone	6,64
Étylène	4,08
Butylène	2,38
Hydrogène sulfuré	0,29
Azote	2,46
Acide carbonique	3,67
	100,00

Le gaz analysé contient donc huit éléments, dont six sont combustibles. Si le gaz renfermait encore, comme neuvième élément, un hydrogène carboné absorbable par l'acide sulfurique, de forme différente de C^nH^n, on pourrait également le déterminer à l'aide des formules (1), (2), (3). Il en est de même d'un hydrogène carboné inabsorbable par l'acide sulfurique, qui viendrait s'y joindre comme dixième

élément, en supposant qu'on ait eu soin de déterminer préalablement l'oxyde de carbone, non par combustion, mais par absorption à l'aide du chlorure cuivreux. Enfin, en mesurant, d'après la méthode précédemment indiquée, le volume de la vapeur d'eau produite par la combustion du mélange gazeux, on peut obtenir une quatrième équation de condition qui permet de déterminer encore un gaz combustible comme onzième élément.

Comme, d'ailleurs, l'oxygène qui serait contenu dans ce mélange peut facilement être déterminé par le pyrogallate de potasse, on voit que l'analyse gazométrique présente les moyens d'effectuer, dans certaines circonstances, l'analyse quantitative d'un mélange de douze gaz en partie absorbables et en partie combustibles.

Voici maintenant un certain nombre d'exemples dans lesquels on fait intervenir les réactifs absorbants, d'après la méthode suivie par M. Berthelot.

(*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LI, p. 59.)

Mélange d'hydrogène, de gaz des marais, d'oxygène et d'azote.

Ce mélange est celui qu'on obtient par l'action d'un mélange d'hydrogène sulfuré et de sulfure de carbone sur le cuivre chauffé au rouge. On détermine l'oxygène au moyen du pyrogallate de potasse; on fait détoner le résidu avec un excès d'oxygène, et l'on obtient les trois données eudiométriques (volume initial, volume de l'acide carbonique produit, et contraction finale, et l'on détermine l'azote dans le résidu).

(M. Berthelot.)

Mélange de propylène et d'hydrure de propyle.

Ce mélange se produit en décomposant à 275° le bromure de propylène par l'eau et l'iodure de potassium.

100 parties de ce gaz, traitées par le brome, se sont réduites à 90 parties; l'acide sulfurique en absorbe la même proportion.

100 volumes de gaz primitif, analysés par combustion, ont produit 302 volumes d'acide carbonique, et la diminution finale a été égale à 598 volumes.

100 volumes de gaz, après l'action du brome, ont produit 302 volumes d'acide carbonique, et la diminution finale à été égale à 605 volumes.

On a donc :

	Gaz primitif.	Gaz non absorbable par le brome.	Gaz absorbable par le brome.
Volume primitif.....	100	90	10
Acide carbonique.....	302	272	30
Diminution finale.....	598	544	54

Ainsi, 1 volume de gaz absorbé par le brome aurait brûlé en produisant 3 fois son volume d'acide carbonique, avec une diminution finale égale sensiblement à 5 ½ fois le volume du gaz primitif. C'est donc du propylène (C^6H^6) : conclusion confirmée par l'action du brome et de l'acide sulfurique.

Au contraire, 1 volume de gaz non absorbé par le brome produit, en brûlant, 3 fois son volume d'acide carbonique, avec une diminution finale égale à 6 fois le volume de gaz primitif; c'est donc de l'hydrure de propyle (C^6H^8) : conclusion confirmée par l'action à peu près nulle du chlorure cuivreux, et par l'action dissolvante très-énergique de l'alcool. Le gaz dégagé de cette dernière dissolution, puis analysé par combustion, fournit les mêmes résultats.

En résumé, le gaz analysé renferme :

Propylène	0
Hydrure de propyle	10
	100

(M. Berthelot.)

Mélange d'éthylène, d'hydrure d'éthyle, d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'acide carbonique et d'azote.

Ce gaz est celui qu'on obtient lorsque l'on décompose à 275° le bromure d'éthylène par l'eau et l'iodure de potassium.

On traite le gaz par la potasse, qui lui enlève 7 centièmes d'acide carbonique. 100 parties du résidu traitées par le brome perdent 35 parties (éthylène); 100 parties du deuxième résidu traitées par le chlorure cuivreux perdent 8,5 parties (oxyde de carbone et un peu d'hydrure d'éthyle); 100 parties du troisième résidu traitées par l'alcool perdent 72 parties (portion d'hydrure d'éthyle); 100 parties du quatrième résidu, après la combustion, laissent 33 parties d'azote. On a analysé par combustion le premier, le deuxième, le troisième et le quatrième résidu.

Résultats trouvés dans les combustions.

GAZ ANALYSÉ.	ACIDE carbonique.	DIMINUTION finale.	GAZ ANALYSÉ rapporté à 100 parties du vol. du gaz primitif.	ACIDE carbonique produit.	DIMINUTION finale.
100 parties de gaz primitif	7 (préexistant.)	»	100	7 (préexistant.)	»
100 de gaz traité par KO	176	381	93	163,5	354
100 de gaz traité par KO et Br	162	367	60,5	98	222
100 de gaz traité par KO, Br et Cu^2Cl	166,5	383,5	55,5	92,5	213
100 de gaz traité par O, Br et Cu^2Cl et alcool	77	207	15,5	12	32
Azote final (39/100es du mélange précédent.)	»	»	6	»	»

Résultats calculés pour le gaz dissous.

VOLUME rapporté au mélange primitif.	ACIDE carbonique primitif.	DIMINUTION finale.	VOLUME rapporté à 100 parties de gaz dissous.	ACIDE carbonique produit.	DIMINUTION finale.
7 parties de gaz soluble dans KO	7,0	»	»	»	»
32,5 de gaz soluble dans le brome	65,5	132	100	201,5	403
5 de gaz soluble dans Cu^2Cl	5,5	9	100	110	180
40 de gaz soluble dans l'alcool	80,5	181	100	201	452
69,5 de gaz non dissous par l'alcool, après déduction de l'azote	12,0	32	100	126	337
6/100es d'azote final	»	»	»	»	»

Ainsi, le gaz soluble dans le brome présente sensiblement la composition du gaz oléifiant ; le gaz soluble dans le chlorure cuivreux, celle de l'oxyde de carbone mélangé avec un dixième d'hydrure d'éthyle ; le gaz soluble dans l'alcool, celle de l'hydrure d'éthyle. Enfin, le gaz combustible non dissous dans l'alcool peut être regardé comme un mélange de 63 parties d'hydrure d'éthyle et de 37 d'hydrogène.

Comme contrôle, on peut vérifier la nature de l'hydrure d'éthyle dissous dans l'alcool, en le dégageant par l'ébullition et en l'analysant séparément à l'état pur.

En définitive, la composition du mélange est la suivante :

Acide carbonique	7,0
Azote	6,0
Éthylène	32,5
Hydrure d'éthyle	46,5
Oxyde de carbone	4,5
Hydrogène	3,5
	100,0

(M. Berthelot.)

Mélange de propylène, de gaz oléifiant, d'hydrure de propyle, d'hydrure d'éthyle et d'hydrogène.

100 parties de gaz agitées quinze à vingt fois avec de l'acide sulfurique concentré perdent 24,5 parties (propylène).

100 parties du premier résidu gazeux traitées par le brome perdent 52,5 (éthylène).

100 parties du deuxième résidu gazeux traitées par le chlorure cui-

vreux ne diminuent pas sensiblement de volume; traitées par un excès d'alcool, elles se réduisent à 60 parties.

D'autre part, on analyse par combustion le gaz primitif, le même gaz après l'absorption par l'acide sulfurique, le même après l'action de l'acide sulfurique et du brome; enfin, après l'action de l'alcool. Le calcul est le même que dans l'exemple précédent. On en conclut :

Que le gaz absorbé par l'acide sulfurique est du propylène mêlé avec une très-petite quantité d'éthylène.

Que le gaz absorbé ensuite par le brome est de l'éthylène.

Que le gaz absorbé par l'alcool est un mélange de 41 parties d'hydrure de propylène et de 59 parties d'hydrure d'éthyle.

Enfin, que le gaz insoluble dans l'alcool est de l'hydrogène sensiblement pur. (M. Berthelot.)

FIN DU SIXIÈME VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SIXIÈME.

Pages.

CARBURES D'HYDROGÈNE 1

Leur classification 1
Synthèse des hydrogènes carbonés 2

HYDRURES DES RADICAUX ALCOOLIQUES 4

Hydrure de méthyle 7
Hydrure d'éthyle 7
Hydrure de propyle 8
Hydrure de butyle 8
Hydrure d'amyle 8
Hydrure d'hexyle 9
Hydrure d'heptyle 11
Hydrure d'octyle 11
Hydrure de nonyle 11
Hydrure de décyle 11
Hydrure d'undécyle 12
Hydrure de duodécyle 12
Hydrure de tridécyle 12
Hydrure de tétradécyle 12
Hydrure de pentadécyle ou de bényle 12
Hydrure d'hexadécyle ou de cétyle 12

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES RADICAUX ALCOOLIQUES 13

RADICAUX DES ALCOOLS MONOATOMIQUES 13
RADICAUX DES ALCOOLS DIATOMIQUES 13

Action du chlorure de soufre sur ces hydrocarbures 15
Caractères chimiques de ces hydrocarbures 16

MÉTHYLÈNE 18
ÉTHYLÈNE 18
PROPYLÈNE 18

Dérivés chlorés du propylène 19
Bromure de propylène 19
Propylène bromé 20
Iodure de propylène 20
Chloroiodure de propylène 20
Propylène iodé 21

Pages.

BUTYLÈNE 22

Chlorure de butylène 23
Chlorure de butylène chloré 23
Bromure de butylène 23
Bromure de butylène monobromé 23
Bromure de butylène bibromé 23
Butylène bromé 24
Butylène bibromé 24

AMYLÈNE 24

Bromure d'amylène 27
Amylène bromé 27
Bromure d'amylène bromé 27
Action des chlorures de soufre sur l'amylène 28
Action de l'acide nitrique sur l'amylène 28

HEXYLÈNE, OU OLÉÈNE 29
HEPTYLÈNE 30
OCTYLÈNE, OU CAPRYLÈNE 30

Octylène quintichloré 31
Bromure d'octylène 31

NONYLÈNE, OU ÉLAÈNE 31

Chlorure de nonylène 31

DIAMYLÈNE, OU PARAMYLÈNE 32
TRIAMYLÈNE 32
CÉTÈNE 32
MÉTAMYLÈNE 32
CÉROTÈNE 33
MÉLÈNE 33

RADICAUX DE LA FORME $C^{2n}H^{2n-1}$ 33
HYDROCARBURES DE LA FORME $C^{2n}H^{2n-2}$ 34

ACÉTYLÈNE 34

Acétylène bromé 35

ALLYLÈNE 37
CROTONYLÈNE 38
VALÉRYLÈNE 38

Bromure de valérylène 38

HYDROCARBURES DE LA SÉRIE AROMATIQUE 39
HYDRURE DE PHÉNYLE, OU BENZINE 40

Parabenzol 42
Benzine monochlorée 42
Chlorure de benzine 43
Benzine trichlorée 43
Benzine monobromée 43

Pages.
Benzine bibromée 44
Benzine tribromée 44
Hexabromure de benzine 44
Nitrobenzine 44
Binitrobenzine 45
Azoxybenzide 45
Azobenzide 46
Benzidine 46
Sulfobenzide 46
Acide sulfobenzidique 47
Acide benzylsulfureux 47
Action du bisulfite d'ammoniaque sur les nitrobenzines 47
HYDRURE DE TOLUÉNYLE, OU TOLUÈNE 48
Produits d'oxydation du toluène 49
Sur la transformation du toluène en alcool benzoïque et en acide toluique ... 50
Dérivés chlorés du toluène 51
Nitrotoluène 52
Toluidine 52
Décomposition du nitrotoluène par le sulfite d'ammoniaque 53
HYDRURE DE XYLÉNYLE, OU XYLÈNE 54
Chlorure de xylényle 54
HYDRURE DE CUMÉNYLE, OU CUMÈNE 54
Cumidine. — Carbocumidine sulfurée 55
Nitrocumidine 56
Cyanocumidine 56
HYDRURE DE THYMOL, OU CYMÈNE 56
RADICAUX DES ALCOOLS AROMATIQUES 57
PHÉNYLE 57
TOLUÉNYLE, OU BENZYLE 58
CUMÉNYLE, OU CUMINÉTHYLE 59
HYDROCARBURES DE LA FORME $C^{2n}H^{2n-8}$ 59
CINNAMÈNE 59
NAPHTALINE 60
Action du chlore et du brôme sur la naphtaline 61
Tableau indiquant les noms, formules, caractères et le mode de production des naphtalines chlorées et bromées 62
Tableau des chlorures et bromures de naphtaline 66
Action de l'acide azotique sur la naphtaline 68
Nitronaphtaline 68
Acides naphthionique et thionaphthamique 68
Binitronaphtaline 69
Trinitronaphtaline 69
Action de l'acide azotique sur les composés chlorés de la naphtaline 69
Naphthylamine 70

Pages.

Naphtaméine. — Hydrure d'oxynaphthyle 70
Phthalamine 71
Azonaphtylamine 71
Acide chloroxynaphtalique 72
Action de l'acide sulfurique sur la naphtaline 72
Acides sulfonaphtalique et sulfonaphtique 72
Acide phtalique 73
Amides phtaliques 74

PARANAPHTALINE 74
ANTHRACÈNE 75

Oxanthracène 75
Acide anthracénique 75
Bichlorure d'anthracène 75

CHRYSÈNE ET PYRÈNE 75
MÉTANAPHTALINE 76
PARAFFINES 76
RÉTÈNE 77
EUPIONE 77
NAPHTE ET PÉTROLES 77

Naphtène 78
Naphtole 78

SCHÉERÉRITE 78

Bitume élastique 78
Bitumes naturels 78
Brai gras. — Pétrolène 78

CRÉOSOTE 79

Sels formés par la créosote 80

ESSENCES 81

GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSENCES 81
ESSENCES HYDROCARBURÉES 81

Essence de térébenthine 81
Acide térétinique 85
Sur les diverses variétés d'essence de térébenthine 86
Essence de pin maritime (essence française) 86
Essence de pin austral (essence anglaise) 86
Essence de *Pinus abies* 87

ACTION DU CHLORE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE 87

Chlorure d'essence de térébenthine 87
Bromure d'essence de térébenthine 88

MODIFICATIONS ISOMÉRIQUES DE L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE 88
ACTION DE LA CHALEUR SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE 88

Pages.

Isotérébenthine..... 89
Métatérébenthine..... 89

ACTION DES ACIDES SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE..... 89

Térébène..... 89
Monochlorhydrate de térébène..... 90
Dichlorhydrate de térébène..... 90
Monobromhydrate de térébène..... 90
Dibromhydrate de térébène..... 91
Monoiodhydrate de térébène..... 91
Diiodhydrate de térébène..... 91
Chlorotérébène..... 91
Monochlorotérébène..... 92
Bromotérébène..... 92

ACTION DE L'IODE SUR LE TÉRÉBÈNE..... 92

HYDRATE DE TÉRÉBÈNE..... 93

COLOPHÈNE..... 93

Chlorhydrate de colophène..... 93
Chlorocolophène..... 94

CAMPHILÈNE, OU CAMPHÈNE..... 94
TÉRÉBILÈNE..... 94
COLOPHILÈNE..... 94

ACTION DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE..... 94

CAMPHRES ARTIFICIELS..... 94

Térébenthène..... 95
Térécamphène. — Australène. — Austracamphène. — Camphène inactif. — Térébène. — Ditérébène..... 96
Chlorocamphène..... 97

ACTION DES ACIDES BROMHYDRIQUE ET IODHYDRIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE..... 98

Bromhydrate de camphène..... 98
Iodhydrate de camphène..... 98

OXYDE D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE..... 99
HYDRATES D'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE..... 99

Terpinol..... 101

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. 101

ACIDE TÉRÉBIQUE..... 101

Acide térébenzique..... 102
Acide téréphtalique..... 102
Téréphtalate de méthyle, — d'éthyle..... 103

Pages.

Chlorure de téréphtalyle ; — téréphtalamide ; — nitrotéréphtalamide ; — téréphtalnitryle. — Acide nitrotéréphtalique. — Acide oxytéréphtalamique ; — acide oxytéréphtalique 103
Acide téréchrysique 103
Acide térébenthylique 103

ESSENCE DE CITRON 104
ESSENCE DE CITRUS LUMIA 105
ESSENCE D'ORANGE 105
ESSENCE D'ÉLÉMI 105
ESSENCE DE GOMART 106
ESSENCE DE TEMPLINE 107
ESSENCE DE MANDARINE 108
HUILE DE DRYABALANOPS CAMPHORA 109
HUILE DE CAMPHRE DU LAURUS CAMPHORA 110
ESSENCE DE ROMARIN 110
ESSENCE D'ASPIC 110
ESSENCE DE LAVANDE 110
ESSENCE DE BASILIC 111
ESSENCE DE BOULEAU 111
ESSENCE DE LAURIER 111
ESSENCE DE POIVRE (*Piper nigrum*) 111
ESSENCE DE POIVRE DU JAPON 111
ESSENCE DE XANTHOXYLINE 111
ESSENCE DE MUSCADE 112
ESSENCE DE MACÉNE 112
ESSENCE DE GENIÈVRE 112
ESSENCE DE CUBÈBE 112

Cubébène 112

ESSENCE DE COPAHU 112
ESSENCE DE SABINE 113
ESSENCE D'ATHAMANTA OREOSELINUM 113

Athamantine 113

CAOUTCHOUC 113

Caoutchène. — Hévéène. — Caoutchine 114
Extraction du caoutchouc 114
Caoutchouc vulcanisé 116
Traitement industriel du caoutchouc 118

ISOPRÈNE ET CAOUTCHINE 119

GUTTA-PERCHA 120

ESSENCES OXYGÉNÉES 122

ESSENCE D'ANIS CONCRETE 122

Chloranisal. — Bromanisal 122

Pages.

ANISOÏNE 123

Acide sulfodraconique 123

ESSENCE DE REINE-DES-PRÉS, OU HYDRURE DE SALICYLE 123

Acétosalicyle. — Cumosalicyle. — Anisosalicyle. — Succinosalicyle 124
Salicylites 124
Cyanure de salicyle 125
Acide mélanique 125

SALHYDRAMIDE 126
CHLORURES DE SALICYLE 126

Acide chlorosalicyleux. — Chlorure de salicyle liquide ; acide chlorosalylique. 127

BROMURE DE SALICYLE 128

Bromure de salicyle bromé. — Thiosalicol bromé 128

ACIDE NITROSALICYLEUX 128

ACIDE SALICYLIQUE HYDRATÉ 128

Acide dioxysalicylique (gallique). — Acide monoxysalicylique 129
Préparation de l'acide salicylique 130

ACIDE SALICYLIQUE ANHYDRE 130

Salicylide 131

ACIDE ACÉTOSALICYLIQUE ANHYDRE 131
ACIDE BENZOSALICYLIQUE ANHYDRE 131
SALICYLATES 131

Salicylate neutre de baryte 131
Salicylate acide de baryte 131
Salicylate neutre de chaux 132
Salicylate neutre de plomb 132
Salicylate acide de cuivre 132

ACIDE SULFOSALICYLIQUE 132
ACIDE AMPÉLIQUE 133
ACIDE SALICYLURIQUE 133
ACIDE SALYLIQUE 134

Salylates 134

ACTION DU CHLORE SUR L'ACIDE SALICYLIQUE 134

Acide chlorosalicylique. — Acide bichlorosalicylique 134

ACTION DU BROME SUR L'ACIDE SALICYLIQUE 135

Acide bromosalicylique. — Acide bibromosalicylique 135

ACTION DE L'IODE SUR L'ACIDE SALICYLIQUE 136

Acides monoiodosalicylique, diiodosalicylique et triiodosalicylique 136

Pages.

ACIDE NITROSALICYLIQUE 137

Nitrosalicylate d'éthyle 137

ACIDE BINITROSALICYLIQUE 137

ESSENCE DE GAULTERIA PROCUMBENS, OU SALICYLATE DE MÉTHYLE 137

Gaultérylène 137

Méthylsalicylates 138

CHLOROPHOSPHATES DE SALICYLE 139

Acide phosphosalicylique 139

SALICYLATE DE MÉTHYLE BROMÉ 140

SALICYLATE DE MÉTHYLE BIBROMÉ 140

ACTION DU CHLORE SUR LE SALICYLATE DE MÉTHYLE 140

Action de l'acide azotique sur le salicylate de méthyle 140

SALICYLATE D'ÉTHYLE 141

Phénéthol ou salithol 141

Action du brôme sur le salicylate d'éthyle 141

Action de l'acide azotique 141

Action du chlorure de benzoyle 141

SALICYLATE D'AMYLE 142

SALICYLAMIDE 142

Dérivés chlorés, bromés et nitrés 142

ACIDE ANILOTIQUE 142

COUMARINE 143

Acide mélilotique. — Nitrocoumarine. — Chlorantimoniure de coumarine 144

ACIDE COUMARIQUE 144

FURFUROL, OU HUILE DE SON 145

Thiofurfol 145

FURFURAMIDE 146

FURFURINE 146

Sels de furfurine 146

THIOFURFOL 147

FUCUSOL. — FUCUSAMIDE. — FUCUSINE 147

ESSENCE DE CÉDRE CONCRÈTE 147

Cédrène 147

ESSENCE DE SASSAFRAS 147

Sassafrol 147

HÉLÉNINE, OU ESSENCE D'AUNÉE 148

Acide sulfohélénique 148

Pages.

Chlorohélénine. — Nitrohélénine 148
Hélénène 148

ATHAMANTINE 148

Oréoséline 148
Oréoséline 149

ESSENCE DE GIROFLE 149

Eugénine. — Caryophylline 149

ACIDE EUGÉNIQUE 149

Benzeugényle. — Toluengényle. — Cumengényle 150
Éther eugénique 150
Eugénoxycarbonate de soude 150
Acide eugétique 150

ESSENCE D'ABSINTHE 151
ESSENCE DE ROSES 151
ESSENCES DE LAVANDE ET D'ASPIC 151
ESSENCE DE CAJEPUT 151

Hydrate de cajeputène 152
Cajeputène. — Isocajeputène. — Métacajeputène 152
Chlorure de cajeputène. — Chlorhydrate de cajeputène. — Bromure, iodhydrate de cajeputène 152

ESSENCE DE CAMOMILLE ORDINAIRE 152
ESSENCE DE CAMOMILLE ROMAINE 153

ACIDE ANGÉLIQUE 153

Angélates 153
Acide angélique anhydre. — Acide acétoangélique. — Acide angélobenzoïque 153
Angélate diéthyle 153

ESSENCE DE RUE 155

Aldéhyde euodylique 155

ESSENCE DE CIGUË 155
ESSENCE DE CARVI 155

Carvène. — Carvol. — Carvacrol 155

ESSENCE DE LÉDON 156

Acide lédonique 156

ESSENCE DE THYM 156

Thymol. — Thymène 156
Acide thymyl-sulfurique 156
Thymoïle 156
Thymoïdol 157

ESSENCE DE CANNELLE 157
ESSENCE DE CORIANDRE 157

Pages

ESSENCE DE VALÉRIANE 157

Borniéène. — Valérol 157

ESSENCES PEU CONNUES. — ESSENCE D'ABSINTHE. — ESSENCE D'ANGUSTURE. — ESSENCE DE BERGAMOTE. — ESSENCE DE CABARET. — ESSENCE DE CASCARILLE. — ESSENCE DE GINGEMBRE 159

ESSENCE DE HOUBLON. — ESSENCE D'HYSOPE. — ESSENCE DE JASMIN. — ESSENCE DE MACIS. — ESSENCE DE MATRICAIRE. — ESSENCES D'ORIGAN ET DE MARJOLAINE 160

ESSENCE D'OSMITOPSIS. — ESSENCE DE PERSIL. — ESSENCE DE PTYCHOTIS AJOVAN. — ESSENCE DE ROMARIN. — ESSENCE DE SEMEN-CONTRA. — ESSENCE DE THÉ. — ESSENCE DE THUIA. — ESSENCE DE VÉTIVER 161

ESSENCES SULFURÉES 162

ESSENCE DE MOUTARDE 162

ESSENCE D'AIL 163

ESSENCE DE RAIFORT 163

ESSENCE DE COCHLEARIA OFFICINALIS 163

RÉSINES. — GÉNÉRALITÉS 164

TÉRÉBENTHINES 166

TÉRÉBENTHINE ORDINAIRE 166

COLOPHANE 167

Acide pinique 167

Acide sylvique. — Acide oxysylvique 167

Acide pimarique 167

Pimarone. — Acide hydropimarique 167

Acide azomarique 168

Abiétine. — Acide abiétique 168

Rétinaphte. — Rétinyle. — Rétynol. — Métanaphtaline. — Huile de résine. 168

Graisse noire 168

Colophanone. — Résinone. — Résinéone 169

BAUME DE COPAHU 169

Acide copahuvique 169

SANDARAQUE 170

MASTIC 170

SOUS-RÉSINES 170

ÉLÉMI 170

RÉSINE DE L'ARBRE A BRAI 171

Amyrine. — Bréine. — Bryoïdine. — Bréidine 171

RÉSINE COWDIE 171

Acide dammarique. — Dammarone 171

COPAL 171

RÉSINE LAQUE 172

Pages.

SUCCIN. — AMBRE JAUNE. — ÉLECTRON 172

Succitérène 174

RÉSINE ICICA 174

GAÏAC 174

Acide gaïacique. — Acide résinogaïacique 175

Acide pyrogaïacique. — Pyrogaïacine. — Gaïol. — Hydrure de gaïacyle 176

GOMME AMMONIAQUE 177

ASA FŒTIDA 177

EUPHORBE 178

GALBANUM 178

RÉSINE DE JALAP 179

RÉSINE DE LA RACINE DE RHUBARBE 179

Aporétine. — Phaïorétine. — Érythrorétine 179

SANG-DRAGON 180

GOMME-GUTTE 180

GOMME D'OLIVIER 180

Olivyle. — Acide pyrolivylique 181

MYRRHE. — ACIDE MYRRHIQUE 181

SAGAPENUM 181

OLIBAN, OU ENCENS 182

OPOPANAX 182

SCAMMONÉE 182

BAUMES 183

BAUME DU PÉROU LIQUIDE 184

Cinnaméine. — Métacinnaméine 184

Péruvine 185

BAUME DE TOLU 186

Liquidambar. — Styrax liquide. — Sicorétine 187

BENJOIN 187

Résine de *Xanthorrhea hastilis* 188

Myroxocarpine 188

RÉSINES PEU CONNUES. — Résine d'andira, d'antiar, bdellium, de bouleau, de céradie, de gomart, ladanum 189

VERNIS 190

Composition de quelques vernis 191

MATIÈRES TINCTORIALES 193

MATIÈRES COLORANTES ORGANIQUES NATURELLES 193

Liste des principales matières colorantes et de leurs dérivés 197

Pages.

INDIGO..... 199

Extraction..... 200
Essai des indigos..... 203
Richesse des différentes variétés d'indigo..... 208

INDIGO BLEU, INDIGOTINE..... 209
INDIGO BLANC..... 211
ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR L'INDIGO..... 212

Pourpre d'indigo, ou acide sulfopurpurique..... 212
Acide sulfindigotique. — Acide hyposulfindigotique..... 212
Carmin d'indigo. — Bleu de Saxe..... 212
Acides sulfoviridique, sulfoflavique, sulfofulvique et sulforufique..... 214

DÉRIVÉS PAR OXYDATION DE L'ACIDE SULFINDIGOTIQUE..... 214

Acide sulfisatique. — Sulfisatates..... 214
Acide sulfhydrindique..... 215
Acide sulfindique..... 216

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR L'INDIGO..... 216
ISATINE..... 216

Acide isatique ou isatinique..... 218
Dérivés chlorés et bromés de l'isatine..... 218
Chlorisatine..... 218
Bichlorisatine..... 219
Acide chlorisatique..... 219
Chlorisatosulfite de potasse..... 219
Acide bichlorisatique..... 219
Bromisatine..... 220
Bibromisatine..... 220
Acide bibromisatique..... 220
Dérivés ammoniacaux de l'isatine..... 221
Imésatine. — Imésatine chlorée..... 221
Imasatine..... 221
Acide isamique. — Indélibrome..... 221
Acide bichlorisamique..... 221
Acide quadrichlorisamique..... 222
Isamide. — Isamides chlorés..... 222
Isatimide. — Isatiline. — Anisatine..... 222

ISATHYDE..... 222

Chlorisathyde. — Acide chlorisathydique..... 223
Bichlorisathyde..... 223
Bisulfisathyde. — Acide sulfisataneux. — Isatane..... 223
Sulfisathyde..... 223

INDINE..... 224

Indine potassée. — Dibromindine..... 224
Chlorindine..... 224
Hydrindine. — Flavindine..... 224

Pages.

ACTION DE LA POTASSE SUR L'INDIGOTINE 225

Acide anthranilique 225
Acide chrysanilique 226
Chloranil 22
Acide chloranilique 226
Chloranilamide 226
Chloranilam 226

MATIÈRES COLORANTES DES LICHENS 226

ORSEILLE 226

Pourpre française 227
Tournesol en pains 228

ACIDE LÉCANORIQUE 229

Éther lécanorique. — Pseudérythrine 229
Lécanorates 230

ACIDE ÉRYTHRIQUE, OU ÉRYTHRINE 230
PICROÉRYTHRINE 231
ÉRYTHRITE, ÉRYTHROMANNITE, PSEUDO-ORCINE 231

Amarythrine. — Télérythrine 232

ACIDE ORSELLIQUE, ACIDE ALPHA-ORSELLIQUE, ACIDE ALPHA-ORSELLINIQUE, ACIDE BÉTA-ORSELLIQUE 233

Éther orsellinique 234

ROCCELLINE 234
ACIDE ROCCELLIQUE 234

Roccellates. — Roccellate d'éthyle 234
Roccelphénylamine 235

ACIDE ÉVERNIQUE 235

Acide éverninique. — Éther éverninique 235
Acide évernitique ou trinitroévernique 235

ORCINE 236

Bromorcine 236

ORCÉINE 237

Leucorcéine 237

ACIDE USNIQUE 238

Usnates 238
Acide α-usnique et β-usnique 238
Béta-orcine 238

ACIDE ÉRYTHROLÉIQUE. — AZOÉRYTHRINE 239
ACIDE CÉTRARIQUE. — ACIDE LICHENSTÉARIQUE 239
ACIDE CHRYSOPHANIQUE, RHÉINE, ACIDE RHÉIQUE, RHUBARBACINE, JAUNE DE RHUBARBE, RUMICINE 240

Pages.
Chrysophanates 240
Émodine 241
TOURNESOL 241
Azolitmine 241
Spaniolitmine 241
Érythroléine 241
Érythrolitmine 241
MATIÈRES COLORANTES DU BOIS DE CAMPÊCHE 242
HÉMATINE, OU HÉMATOXYLINE 243
Hématéine. — Hématéate d'ammoniaque 244
MATIÈRES COLORANTES DE LA GARANCE 245
ALIZARINE 248
Acide alizarique 249
Acide pyroalizarique 249
PURPURINE 250
RUBIACINE. — ACIDE RUBIACIQUE 250
RUBIAN 250
Chlorogénine 251
Rubianine 251
Rubirétine 251
Vérantine 251
Érythrozyme 251
Rubiafine, rubiagine, rubiadipine 251
ACIDE RUBÉRYTHRIQUE 251
Acide rubichlorique 252
CULTURE DE LA GARANCE 252
ESSAI DES GARANCES 253
Essai au colorimètre 256
MATIÈRES COLORANTES DE LA COCHENILLE 257
Carmine 257
Acide coccinique 257
Laque carminée 257
Cochenille ammoniacale 258
Acide carminique 258
Acide oxycarminique 258
Acide nitrococcussique 259
KERMÈS, LAC-DYE 259
MATIÈRES COLORANTES DU BOIS DE BRÉSIL 259
BRÉSILINE 260
Brésiléine 260

Pages.

MATIÈRES COLORANTES DU CARTHAME 261

Carthamine 261

MATIÈRES COLORANTES DU QUERCITRON 262

Quercitrine 262
Quercétine 262
Acide quercétique 263
Acide diacétyloquercétique 263

LUTÉOLINE 263
FUSTET 264
GRAINES DE PERSE ET D'AVIGNON 264

Chrysorhamnine 264
Xanthorhamnine 264

GENTIANINE 264
CURCUMA 265

Curcumine 265

GARDENIA 266

Crocine 266

GRAINE DE CHINE 266
JAUNE INDIEN 266

ACIDE EUXANTHIQUE 267

Euxanthates 267
Acide chloreuxanthique 267
Acide bromeuxanthique 267
Acide nitreuxanthique 268
Acide kokkinique 268
Acide oxypicrique, acide styphnique 268
Euxanthone 268
Chloreuxanthone 268
Bromeuxanthone 268
Acides porphyrique et oxyporphyrique 269
Acide hamathionique 269

MATIÈRE COLORANTE DE L'ORCANETTE 269

Anchusine 269

MATIÈRE COLORANTE DU BOIS DE SANTAL 269

Santaline 270

BOIS DE CUBA, OU BOIS JAUNE 270

Morin 270
Acide morique 271
Morates 271
Matière colorante du *Morinda citrifolia* 271

Pages.
Morindine 271
Morindone 271
CACHOU 272
SUC D'ALOÈS 272
Aloétine 272
Chloraloyle 272
Acide aloétique ou polychromatique 272
Acide chrysammique 272
Hydrochrysamide 273
SPIRÉINE 273
SAFRANINE 273
BIXINE 273
Orelline 273
MATIÈRE COLORANTE DE LA CAROTTE 273
Carotine 273
Hydrocarotine 274
VERT DE CHINE, OU LO-KAO 274
MATIÈRES COLORANTES DES VÉGÉTAUX 276
MATIÈRES COLORANTES ARTIFICIELLES 277
VIOLET D'ANILINE. — INDISINE. — ANILÉINE. — ROSOLANE, HARMALINE, VIOLINE, ETC. 279
Procédé de MM. Beale et Kirkham 281
Procédé de M. Kay (harmaline) 281
Procédé de M. Williams 281
Procédé de M. Price (violine) 282
Procédé de MM. Dale et Caro 282
ROUGE D'ANILINE. — FUCHSINE. — ROSÉINE. — AZALÉINE. — MAGENTA. 282
ROSANILINE 283
Chlorhydrates de rosaniline 284
Bromhydrate. — Sulfate. — Oxalate 284
Acétate. — Formiate. — Chromate. — Picrate 285
Tannate 285
LEUCANILINE 285
Sels de leucaniline 286
CHRYSANILINE, OU JAUNE D'ANILINE 286
Sels de chrysaniline 287
FORMATION DES COULEURS DÉRIVÉES DE L'ANILINE 287
FUCHSINE 288
Procédé de MM. De Laire et Girard 289
MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA FUCHSINE 289
Violet impérial 289

Pages.

Bleu de Lyon 290
Bleu de Paris 290
Bleu de Mulheuse 290
Action de l'aldéhyde sur la fuchsine 291

COULEURS DIVERSES A L'ANILINE 291

Verts d'aniline 291
Bleus d'aniline 291
Bruns d'aniline 292

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE L'ACIDE PHÉNIQUE 292

ACIDE ROSOLIQUE 293

Dérivés de l'acide rosolique 295
Péonine 295
Azuline 295

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA LÉPIDINE ET DE LA QUINOLÉINE 296

CYANINE 296

MATIÈRES COLORANTES DÉRIVÉES DE LA NAPHTALINE 298

Jaune français (acide nitroxynaphtalique) 298
Rouge 298
Brun 298
Violet et bleu de M. Troost 299
Matières rouge et violette de M. Roussin 299
Pseudo-alizarine 299

BLEU A L'HUILE DE COTON 300

CONTRASTE SIMULTANÉ DES COULEURS 300

Table chromatique 301

CONTRASTE SUCCESSIF 306

Contraste successif et mixte 307

TEINTURE ET IMPRESSION 308

TRAITEMENT DES SUBSTANCES DESTINÉES A ÊTRE FILÉES 308

Rouissage et teillage du chanvre et du lin 308
Désuintage de la laine 309

DÉGRAISSAGE ET BLANCHIMENT DES TISSUS 311

Tissus végétaux 311
Pressage 311
Grillage 311
Blanchiment sur le pré 311
Dégraissage à la chaux 312
Décoloration par le chlore et l'hypochlorite de chaux 313
Grillage et dégorgeage des tissus de laine 314

Pages.
Soufrage 314
Décreusage ; dégommage ; cuite de la soie 315
Dégraissage des tissus confectionnés 316

TEINTURE 319

MORDANTS 319

Alunage 320
Mordants d'alumine 320
Mordant d'étain 321
Mordant de fer 321
Mordants organiques 321

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX DE TEINTURE 322
TEINTURE EN ROUGE 322

Garançage 323
Rouge d'Andrinople 323
Écarlate 324
Rouge de Brésil 325

TEINTURE EN BLEU 325

Bleu d'indigo 325
Cuve vitriolique 326
Cuve au pastel 327
Cuve de vouède 327
Cuve d'Inde 327
Bleu de Prusse 328
Bleu Raymond 329
Bleu de France 329
Bleu de campêche 329

TEINTURE EN JAUNE 330

Jaune de gaude 330
Jaune au quercitron 330
Jaune au bois jaune 330
Jaune au fustet 330
Jaune au chromate 331

COULEURS COMPOSÉES DE BLEU ET DE ROUGE 331

Cramoisi 331
Amarante 331
Violet 331
Lie de vin, lilas, pourpre, etc 332
Couleurs composées de jaune et de bleu 332
Vert dragon 332
Vert de Saxe 332

COULEURS OBTENUES PAR LE MÉLANGE DU ROUGE, DU JAUNE ET DU BLEU 333

Bronze 333
Olive 333

Pages.
Marron, cannelle, brun d'Égypte 333
Brun marron 333
Noir 333
Noir de Sedan 334
Noir de Genève 334
Noir de Caunes 334
Noir sur soie 334
Gris 336
Chamois, vert-mer, rouille, bistre 336

IMPRESSION DES TISSUS 336

ÉPAISSISSAGE DES MORDANTS ET DES COULEURS 336

Emploi de la terre de pipe 337
Emploi de la gélatine 337
Emploi de la gomme Sénégal 337
Emploi de l'amidon 337
Emploi de la farine 338
Emploi de l'amidon grillé 338
Emploi de la gomme adragante 338

MORDANÇAGE 339

Pour rouge 339
Pour noir 339
Pour puce, pour rose, pour violet 340
Pour brun cachou 340
Chambre à oxyder 340
Fausse couleur 341

DÉGOMMAGE ET BOUSAGE 341

IMPRESSION GENRE TEINTURE 341

Genre garançine 342

AVIVAGE 342

IMPRESSION GENRE APPLICATION 343

Planche 343
Rouleau 343

COULEURS-VAPEUR 344

Composition des principales couleurs-vapeur 345

COULEURS EMPLOYÉES EN PEINTURE 346

Liste des couleurs par ordre de solidité 347
Liste des couleurs suivant leur degré d'intoxication 349

COULEURS BLANCHES 350

Argent en coquilles 350
Chaux 351
Blanc de zinc 351

Pages.

Craie 351
Sulfate de chaux 352
Sulfate de baryte 352
Céruse 352
Céruse de Mulhouse 353
Céruse d'antimoine 353

COULEURS JAUNES 353

Or 353
Or d'Allemagne, or de Mannheim 354
Ocre jaune et ocre rouge 354
Craie rouge, rouge de Prusse 354
Jaune de mars 355
Orpiment 355
Laque minérale 355
Jaune minéral (jaune de Paris, jaune de Turner, jaune de Cassel, jaune de Vérone) 356
Jaune d'antimoine 356
Jaune de Naples 357
Jaune de chrôme 357
Jaune de Cologne 358
Jaune indien 358

COULEURS ROUGES 358

Massicot, minium, litharge 358
Colcotar, rouge d'Angleterre 358
Rouge brun 358
Réalgar 358
Carmin de cochenille 358
Carmin à la colle 359
Laques carminées 359
Cinabre, vermillon 360
Laque de garance 360
Scarlet (biiodure de mercure) 361
Pourpre de Cassius 361
Carmin de garance 361
Laque de Fernambouc 361
Violet végétal 361
Chaux métallique (arséniate de cobalt) 361
Bol d'Arménie 361

COULEURS BRUNES 361

Brun Van Dyck 361
Terre d'ombre 362
Terre de Cologne 362
Bistre 362
Terre de Sienne 362
Ségia 362
Liste des autres couleurs brunes 362

Pages.

COULEURS OIRES 362

Charbons végétaux et animaux 362
Noirs de fumée 363
Noir de fumée de résine 363
Noir de lampe 363
Encre de Chine 363
Noir de fumée de houille 364

COULEURS BLEUES 364

Bleu de Prusse 364
Bleu Thenard 365
Smalt 365
Outremer 366
Bleu de montagne 366
Indigo 366
Autres couleurs bleues 367

COULEURS VERTES 367

Terre verte de Vérone 367
Vert de chrôme 367
Vert Guignet 368
Vert-de-gris 368
Verdet 368
Vert de Scheele 368
Vert de Schweinfurt 369
Bronze 369
Liste des autres couleurs vertes 369

CHIMIE ANIMALE 371

Liste des principes immédiats que l'on retire de l'organisme animal 371

URÉE 372

Production artificielle de l'urée 375

SELS D'URÉE 376

Chlorhydrate 376
Chlorure de sodium et urée 376
Chlorure de mercure et urée 376
Nitrate d'urée 377
Nitrate de soude et urée 377
Nitrate de chaux et urée 377
Nitrate de magnésie et urée 377
Nitrate d'argent et urée 377
Nitrate de mercure et urée 377
Sulfate d'urée 378
Succinate d'urée 378
Tartrate d'urée 378
Oxalate d'urée 378

Pages.

ACIDE ALLOPHANIQUE (CARBONATE D'URÉE) 378

Allophanate de glycérine 378
Allophanate de glycol 379
Acide eugénallophanique 379

COMBINAISONS DE L'URÉE AVEC LES OXYDES 379

Urée et oxyde de mercure 379
Urée et oxyde d'argent 380

URÉES COMPOSÉES 380

Liste des principales urées composées 383
Éthylurée 384
Diéthylurée 384
Triéthylurée 384
Tétréthylurée 384
Éthylméthylurée 384
Méthylurée 384
Diméthylurée 385
Amylurée 385
Amyléthylurée 385
Diallylurée (sinapoline) 385
Phénylurée 385
Diphénylurée 386
Éthylphénylurée 386
Toluylurée 386
Naphtylurée 386
Urée éthylénique 387
Acétylurée 387
Butyrylurée 388
Valérylurée 388
Benzoylurée 388

URÉES SULFURÉES 388
BIURET 389

ACIDE URIQUE 389

URATES 392

Urate neutre de potasse 392
Urate acide de potasse 392
Urate neutre de soude 392
Urate acide de soude 392
Urate acide d'ammoniaque 392
Urate neutre de baryte 393
Urate de strontiane 393
Urate neutre de chaux 393
Urate acide de chaux 393
Urate acide de magnésie 393
Urate neutre de plomb 394
Urate de cuivre 394
Urate d'argent 391

Pages

ACIDE PSEUDO-URIQUE 394

PRODUITS D'OXYDATION DE L'ACIDE URIQUE 394

ALLANTOÏNE 394

Acide lantanurique 395
Acide allanturique 395
Acide hydantoïque 396

ALLOXANE 396
ACIDE ALLOXANIQUE 398

Alloxanates 399
Alloxanate neutre de potasse 399
Alloxanate acide de potasse 399
Alloxanate neutre de soude 399
Alloxanate neutre d'ammoniaque 399
Alloxanate neutre de baryte 399

BROMALLOXANE 400

Acide bromobarbiturique 400

ACIDE LEUCOTURIQUE. — DIFLUANE 400
ALLOXANTHINE 401
ACIDE ALLANTURIQUE 402
ACIDE MICOMÉLINIQUE 402
ACIDE THIONURIQUE 402

Thionurate d'ammoniaque 402
Acide alloxanosulfureux 403

ACIDE DIALURIQUE 403

Hydurilate d'ammoniaque 403

DIALURAMIDE, OU URAMILE 404

Acide uramilique 404

MUREXIDE 404

Acide purpurique. — Purpurates 405

MUREXANE 406
ACIDE HYDURILIQUE 406

Acide nitrohydurilique 407
Acide hydurilique bichloré 407

ACIDE DILITURIQUE 407

Diliturate d'ammoniaque 407
Diliturate de potasse 408
Diliturate de soude 408

ACIDE VIOLURIQUE 408

Violurates 409

VIOLANTINE 409
ACIDE MÉSOXALIQUE 410
ACIDE PARABANIQUE 410

Parabanate d'argent 411

Pages.

ACIDE OXALURIQUE 411

Oxalurate d'argent 411
Oxaluranilide 411

OXALANTINE 411
OXALANE 412
APERÇU GÉNÉRAL SUR LES MÉTAMORPHOSES DES DÉRIVÉS URIQUES 413

OXYDE XANTHIQUE, XANTHINE, OU ACIDE UREUX 415

Sulfate de xanthine 415
Nitrate de xanthine 416
Chlorhydrate de xanthine 416
Combinaisons de xanthine et d'oxyde d'argent 416
Préparation de la xanthine 417

HYPOXANTHINE 417
GUANINE 418

Acipe perurique 418
Sels de guanine 418
Nitroguanine 419
Guanoxanthine 419
Oxyguanine 419
Préparation de la guanine 419

GUANIDINE 420

Chlorhydrate, nitrate de guanidine 420

CYSTINE, OU OXYDE CYSTIQUE 420
ACIDE CYANURÉNIQUE 421
ACIDE ROSACIQUE 422
SARCINE 422

Chlorhydrate de sarcine 422
Combinaisons métalliques de la sarcine 422

CRÉATINE 423

Sels de créatine 425

CRÉATININE 425

Sels de créatinine 426
Éthylcréatinine 426
Base dérivée de la créatinine par l'action de l'acide azoteux 426
Préparation de la créatinine 427

ACTION DE LA BARYTE SUR LA CRÉATINE 427
SARCOSINE 427
ACTION DE L'OXYDE DE MERCURE SUR LA CRÉATINE 429
MÉTHYLURAMIDE 429
INOSITE 430
ACIDE INOSIQUE 430

Inosates 430

Pages.

ACIDES DE LA BILE..... 431

ACIDE GLYCOCHOLIQUE, OU CHOLIQUE..... 431

Sa préparation..... 432
Cholates..... 432
Acide paracholique..... 432

ACTION DES ACIDES CONCENTRÉS SUR L'ACIDE CHOLIQUE..... 433

Acide cholonique..... 433

ACTION DE LA POTASSE SUR L'ACIDE CHOLIQUE..... 433

Acide cholalique..... 433

ACIDE CHOLOÏDIQUE..... 435

Acide choloïdanique..... 435
Acide nitrocholique..... 436
Cholacrol..... 436

DYSLYSINE..... 436
ACIDE TAUROCHOLIQUE OU CHOLÉIQUE..... 436
ACIDE HYOCHOLIQUE..... 437

Acide hyocholoïdique..... 438
Hyodyslysine..... 438
Acide hyocholalique..... 438

ACIDE CHÉNOCHOLIQUE..... 439

Chénocholate de soude..... 439

ACIDE TAUROCHÉNOCHOLIQUE..... 439

Acide chénocholalique..... 440

ACIDE LITHOFELLIQUE..... 440

Bézoards orientaux..... 440
Acide pyrolithofellique..... 440
Lithofellates..... 440

TAURINE..... 441

Préparation artificielle de la taurine..... 442

CHOLESTÉRINE..... 443
CHOLINE..... 443

Sels de choline..... 444

HÉMATOCRISTALLINE..... 444
HÉMATOÏDINE..... 445

MATIÈRES ALBUMINOÏDES..... 446

PROTÉINE..... 447

Acide xanthoprotéique..... 447
Acide sulfoprotéique..... 447
Protéine cristallisée..... 448

Pages.

FIBRINE 448

Trioxyde de protéine 449
Bioxyde de protéine 449
Chlorhydrate de fibrine 449
Albuminose et épidermose 450
Acétate de fibrine 450
Analyses de la fibrine 451
Extraction de la fibrine 452

ALBUMINE 453

Albumine coagulée 453
Usages de l'albumine 456
Analyses de l'albumine 456
État naturel et préparation 457
Albumine végétale, ou légumine 458

PARALBUMINE 458
GLOBULINE 459
MÉTALBUMINE. — PHACONINE 459

Exophacine, endophacine 459

CASÉINE 460
ACTION DE LA POTASSE SUR LES MATIÈRES ALBUMINOÏDES 462
TYROSINE 462

Combinaisons de la tyrosine avec les oxydes 463
Ses combinaisons avec les acides 463
Érythrosine 463

DÉRIVÉS NITRÉS DE LA TYROSINE 464

Nitrotyrosine 464
Dinitrotyrosine 464

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LA TYROSINE 464

Acide tyrosisulfurique 464

ACTION DU BROME SUR LA TYROSINE 465

Bromotyrosine 465
Sulfate, bromhydrate, chlorhydrate de bibromotyrosine 465

LEUCINE (oxyde caséique, aposépédine, thymine) 465

Azotate et sulfate de leucine 466
Combinaisons métalliques de la leucine 467
Préparation de la leucine 467

ACIDE LEUCIQUE 468

Leucates 469

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES 469

Chlorazol et autres composés 470

ACTION DES ALCALIS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES 470

Protide et érythroprotide 470

Pages.
GLUTEN 471
Mucine 471
Caséine végétale 471
Glutine 471
AMANDINE 472
LÉGUMINE 472
SUBSTANCES VITELLINES 473
VITELLINE 473
ICHTHINE 474
ICHTHIDINE ET ICHTHYLINE 474
ÉMYDINE 475
MATIÈRES GÉLATINEUSES 476
OSSÉINE 476
CONCHIOLINE 477
GÉLATINE 478
Action du chlore sur la gélatine 478
Ses combinaisons avec les oxydes métalliques 478
ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LA GÉLATINE 479
Valéracétonitrile 479
ACIDE COLLIQUE 479
SUCRE DE GÉLATINE 480
ACIDE HOMOLACTIQUE 480
CHONDRINE 481
FABRICATION DE LA COLLE 482
Colle-matière 483
Colle d'os 484
Colle forte liquide 485
ICHTHYOCOLLE (colle de poisson) 485
Usages de la colle 486
CHITINE 486
LIMACINE 488
FLUIDES ANIMAUX ET FONCTIONS ANIMALES 489
SANG 489
Sang veineux et sang artériel 489
Alcalinité du sang 490
Couleur du sang 490
Pesanteur spécifique du sang 491
Odeur du sang 491
Température du sang 491
EXAMEN MICROSCOPIQUE DU SANG 491
GLOBULES DU SANG 492
Globules rouges et globules incolores 492

Pages.
Animaux à globules circulaires 493
Animaux à globules elliptiques 493
Liquor sanguinis 494
EXAMEN CHIMIQUE DES GLOBULES DU SANG 494
Globules rouges 494
Membranes enveloppant les globules 494
Matière grasse des globules 495
Substance albuminoïde des globules 495
MATIÈRE COLORANTE DU SANG 495
Hématosine 495
Hémaphæine 496
Hématoïdine 496
Globules incolores 496
PRÉSENCE DU SUCRE DANS LE SANG 497
COAGULATION DU SANG 497
Sérum 497
Séroline 498
Matières extractives du sang 499
Caillot 499
Circonstances qui influent sur la coagulation du sang 500
ANALYSE DU SANG 502
Composition élémentaire du sang desséché 503
Composition élémentaire du sérum desséché 503
Composition élémentaire des globules 503
Composition moyenne du sang 504
Composition des cendres du sang de divers animaux 505
COMPOSITION IMMÉDIATE DU SANG 506
COMPOSITION MOYENNE DU SANG VEINEUX DES DEUX SEXES 508
Analyse comparative du sang veineux de 10 individus (hommes) 509
Idem (femmes) 510
MODIFICATIONS DU SANG DANS LES MALADIES 510
Tableau indiquant la composition du sang dans diverses maladies 512
Maladies dans lesquelles la fibrine augmente 513
Composition du sang de quelques scrofuleux 513
Sang dans l'albuminurie 514
Sang d'un ictérique 514
Sang de scorbutique 514
Sang d'un cholérique 514
Sang de diabétique 515
Sang épanché dans la poitrine d'un individu mort par rupture d'anévrysme 515
Sang dans les affections du cœur 515
COMPOSITION DU SANG EXAMINÉ DANS LES DIFFÉRENTS VAISSEAUX PENDANT L'ÉTAT DE SANTÉ 515
Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux de l'homme 515
Idem de différents animaux 516

Pages.

Analyse du sang de la veine porte 517
Analyse du sang des veines hépatiques 517

SANG DES DIFFÉRENTS ANIMAUX 518

Composition du sang chez divers animaux 518

PUTRÉFACTION DU SANG 521
GAZ CONTENUS DANS LE SANG 522

Analyse des gaz du sang (méthode de M. Magnus) 524
Quantité de gaz existant dans les deux sangs 526
Méthode d'analyse de M. Lothar Meyer 526
Résultats analytiques fournis par cette méthode 528
Dosage de l'oxygène du sang d'après M. Cl. Bernard 529

RESPIRATION 530

Différentes théories de la respiration (Boyle, J. Mayow, Lavoisier) 531
Recherches de MM. Regnault et Reiset 533
Leur appareil 534
Résultats obtenus par MM. Regnault et Reiset 535

DIGESTION 539

Aliments 539
Fluides digestifs 540

SALIVE 541

Composition de la salive humaine à l'état de santé 542
Cendres de la salive 543
Analyse de la salive recueillie directement par le conduit de Sténon 543
Méthode d'analyse de la salive 544
Ptyaline 544
Composition de la salive à l'état morbide 545
Analyse du tartre des dents 546
Calculs salivaires 546
Composition de la salive chez les animaux 547
Propriétés physiologiques et fonctions de la salive 547
Quantités de salive absorbées par les matières alimentaires 549

SUC GASTRIQUE 549

Pepsine 550
Analyses du suc gastrique 552
Propriétés physiologiques du suc gastrique 553

BILE 554

Composition chimique de la bile 555
Analyses de Berzelius, de Thenard 555
Analyses de Noël, Tiedemann et Gmelin, Demarçay 556
Analyses de John, de Schlossberger 557
Analyse de la bile de kangurou 557
Recherches de M. Demarçay sur la bile 557
Travaux de Berzelius, MM. Liebig, Mulder, Strecker, etc 558

Pages.

Matière colorante de la bile..... 560
Biliverdine..... 560
Bilifulvine..... 561

CORPS PROVENANT DES TRANSFORMATIONS DE LA BILE..... 561

Acide choloïdique..... 561
Dyslysine..... 561
Acides cholinique et fellique..... 562
Acide ammonifellique..... 562
Biline. — Acide bilique..... 562
Acide nitrocholique..... 562
Cholacrol..... 562
Acides choloïdonique et cholestérique..... 563

CALCULS BILIAIRES..... 563

Analyses de divers calculs biliaires..... 563
Ambre gris..... 564
Ambréine..... 564
Acide ambréique..... 565

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA BILE..... 565
EXAMEN DE LA BILE CHEZ LES ANIMAUX..... 565

Bile de porc..... 565
Bile d'oie..... 566
Analyses de biles diverses..... 566

SUC PANCRÉATIQUE..... 566

Composition chimique du suc pancréatique..... 567
Suc pancréatique de la brebis..... 568
Altérations du suc pancréatique..... 568
Propriétés et fonctions du suc pancréatique..... 570

SUC INTESTINAL..... 571
EXCRÉMENTS..... 572

Analyses d'excréments..... 572
Excrétine..... 573
Cendres des excréments..... 574
Excréments de poule et de coq..... 574
Excréments de chien, de cheval..... 575
Analyse de la bouse de vache..... 575
Cendres des excréments de divers animaux..... 576
Méthode d'analyse des excréments..... 576

GAZ INTESTINAUX..... 577
CALCULS INTESTINAUX..... 578

Calcul intestinal humain..... 578
Calcul intestinal de cheval..... 579

CHYLE..... 579

Caractères microscopiques du chyle..... 580
Composition chimique du chyle..... 580

Pages.

LYMPHE 582

Analyses de la lymphe 583

RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA DIGESTION 583

Chyme 584

URINE 585

COMPOSITION CHIMIQUE DE L'URINE 586

Urine normale chez l'homme 587
Composition moyenne de l'urine chez l'homme et chez la femme 588
Influence du régime alimentaire sur la composition de l'urine 589
Indican (indigo dans les urines) 589
Sucre dans l'urine normale 589
Alcaptone 590

ANALYSE DES URINES ET DOSAGE DES MATIÈRES QUI Y SONT CONTENUES. 590

Caractères et dosage de l'urée 591
Méthodes de M. Lecanu, de M. Heintz 591
Méthode de M. Millon 592
Méthodes de M. Lecomte, de M. Liebig 593
Caractère microscopique et dosage de l'acide urique 594
Sels de l'urine 594
Matières extractives 594
Purpurine (matière colorante de l'urine) 595
Acide lactique 595
Acide hippurique 595
Recherche et dosage de la créatine et de la créatinine 596
Circonstances qui font varier la composition des urines 597

SÉDIMENTS DE L'URINE 597

Tableau pour déterminer la nature des sédiments par les réactifs chimiques ... 598
Tableau pour l'examen microscopique des dépôts urinaires 599
Éléments du sang dans les sédiments 600
Présence dans les sédiments, de l'albumine, du mucus et du pus 601
Tableau indiquant la nature du dépôt dans différentes circonstances 602

URINE A L'ÉTAT PATHOLOGIQUE 602

Albumine dans l'urine 603
Pus 604
Mucus 604
Bile 604
Sucre de diabète 605
Analyses d'urines diabétiques 605

COMPOSITION DE L'URINE CHEZ LES ANIMAUX 607

Analyse de l'urine de divers animaux 607

Pages.

CALCULS URINAIRES 611

Calculs uriques 611
Calculs phosphatiques 611
Calculs mûraux 612
Calculs cystiques 612
Calculs xanthiques 612
Calculs fibrineux 612
Calculs siliceux 613
Analyses de divers calculs urinaires 613

LAIT 616

Densité 616
Composition normale, d'après Berzelius 617
Caractères et propriétés du lait 617
Quantité de lait qu'une vache peut produire 618
Coagulation du lait 619
Composition chimique du lait 619
Composition du lait de femme 620
Composition comparée de différents laits 621
Lait de mouton 621
Lait de chienne 621
Lait de truie 621
Composition de divers laits 622
Lait d'ânesse 623
Lait de bouc 623
Lait de chienne 623
Lait de vache 623
Cendres du lait 623

MÉTHODE D'ANALYSE DU LAIT 624

Dosage du sucre de lait 625
Méthode de M. Fremy pour l'analyse du lait 626
Dosage de la caséine 627
Méthode de M. Doyère 627
Essai du lait 628
Crémomètre de M. Quevenne 628
Lactoscope de M. Donné 629
Lactodensimètre de M. Quevenne 629
Méthode d'essai de M. Daubrawa 630

RECHERCHES DE MM. MILLON ET COMMAILLE SUR LE LAIT 631

Lactoprotéine 631
Méthode d'analyse 631
Parfum du lait 632

COLOSTRUM 632

Tableau des propriétés du lait de vache avant et après le part 635

Pages.
FABRICATION DU BEURRE..... 636
FABRICATION DU FROMAGE..... 639

Fromage de Neufchâtel..... 639
Fromage de Brie..... 639
Fromage de Hollande..... 640
Fromage de Gruyère..... 640
Fromage de Roquefort..... 641

SPERME..... 643
EAU DE L'AMNIOS..... 645
EAU DE L'ALLANTOÏDE..... 645
SÉCRÉTIONS CUTANÉES..... 645
SUEUR..... 645

Acide sudorique ou hydrotique..... 646

SUINT..... 646

Stéarérine, élaïérine..... 646
Acide stéarérique..... 646
Acide élaïérique..... 647

LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN..... 647
SYNOVIE..... 647
LIQUIDES DE L'ŒIL..... 648

Humeur aqueuse..... 648
Humeur vitrée..... 648

LARMES..... 649
CÉRUMEN DES OREILLES..... 649
MUCUS..... 650

Mucus buccal..... 651
Mucus des narines..... 651
Mucus du tube digestif..... 651
Mucus de la vésicule du fiel..... 652
Mucus de l'urine..... 652

LIQUIDES DES MEMBRANES SÉREUSES..... 652
HUILE FÉTIDE DU PUTOIS..... 654
ŒUFS..... 655

Œufs d'oiseaux..... 655
Œufs de poissons..... 657
Poissons à squelette cartilagineux..... 657
Poissons osseux..... 659
Œufs de reptiles..... 660
Œufs de batraciens..... 661
Œufs de crustacés..... 661
Œufs d'arachnides et d'insectes..... 661
Œufs de mollusques..... 662
Considérations générales sur la composition des œufs..... 662

Pages.
VENIN DE LA VIPÈRE 663
SUCRE DE SÈCHE 663
Mélaïne 663
PUS, PYINE 664
Acide chlorrhidique 665
Pyocyanine 665
HYDATIDES 666
KYSTE 666
Kyste du foie 667
SANIE 667
MUSC 667
CASTORÉUM 668
Castoréine 668
CIVETTE 668
SOIE. — FILS DE LA VIERGE. — ÉPONGE 668
Soie 668
Fibroïne de la soie 669
Fils de la Vierge 670
Éponges 670
Spongine 670
TOILES D'ARAIGNÉE 670
PEAU 671
CHEVEUX 673
Composition chimique des cheveux 674
POILS 675
LAINE 675
SUBSTANCE CORNÉE 676
PLUMES 677
ÉCAILLES 678
Écailles de reptiles 678
Écailles de poissons 679
Carapace du tatou 679
Cendres des écailles 679
FANONS DE BALEINE 680
TISSU CELLULAIRE 680
FIBRES ÉLASTIQUES 681
MEMBRANES SÉREUSES 681
MEMBRANE FIBREUSE 681
MEMBRANES MUQUEUSES 681
FAUSSES MEMBRANES 681

Pages.
CHAIR MUSCULAIRE. — MUSCLES 682
Composition de la chair musculaire 682
Chair musculaire des poissons 684
Cendres de la chair musculaire 685
Principes contenus dans la chair musculaire 686
Musculine 686
Acidité des muscles 687
Acide salmonique 688
ORGANE ÉLECTRIQUE DE LA TORPILLE 689
TENDONS ET APONÉVROSES 690
Sésamoïdes 690
LIGAMENTS 690
NERFS 690
Névrilème 690
CARTILAGES 691
Composition des cartilages 692
OS 692
Moelle 693
Acide médullique 693
Analyses comparatives des couches d'un même os 696
Analyse comparative de la partie dense et de la partie spongieuse du même os 697
Analyse comparative des os d'individus de même espèce, mais d'âges différents 698
Analyse des os d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal 700
Composition de différents os humains 700
Maladies des os 704
Composition des os dans la carie 705
Composition des os dans le rachitisme 706
Composition des exostoses 706
Os d'un enfant rachitique 706
Os de rachitiques 706
Composition des os d'individus arthritiques 707
Os fossiles 707
Analyses d'os fossiles 707
Analyses de squelettes gallo-romains et celtiques 711
Méthodes d'analyse des os 711
Dosage de l'osséine 712
Dosage de la chaux 712
Dosage de l'acide phosphorique 712
Dosage de la magnésie 713
Dosage de l'ammoniaque 713
Dosage de l'acide carbonique 713
Concrétions arthritiques 714
DENTS 714
Émail 714

Pages.
Ivoire 715
Cément 715
Dents de l'homme 715
Composition des dents des animaux 715
Émail des dents d'hippopotame 716
Ivoire des dents d'hippopotame 716
Dents de narval. — Dents d'éléphant 716
Analyses de diverses dents 717
Composition des dents fossiles 717

BOIS DES RUMINANTS 718
SQUELETTE TÉGUMENTAIRE DES CRUSTACÉS ET DES INSECTES 719

Tests des langoustes, écrevisses, homards 719
Matière colorante des tests de crustacés 719
Écailles, coquilles et productions calcaires des mollusques et des zoophytes 720
Composition de la nacre de perles 720
Composition des écailles d'huîtres 720
Analyse comparée de coquilles modernes et de coquilles fossiles 721
Os de sèche 721
Plume de calmar 721
Vélelles 721
Axes calcaires des pennatules 722
Corail rouge 722
Corail blanc 722
Comalline articulée 723

ORGANES DES ANIMAUX 723

OEIL 723

Sclérotique 723
Cornée 723
Choroïde 723
Rétine 723
Pigment noir de l'œil 724
Cristallin 724
Iris 725

CŒUR 725

Composition du cœur de bœuf 725
Cendres du cœur 725

ARTÈRES 725

Points osseux de l'aorte 726

POUMON 727
FOIE 727

Composition du parenchyme du foie 727
Présence du sucre dans le foie 728

Pages.

Analyses de divers auteurs 729
Quantités de sucre trouvées dans le foie de divers animaux 730

MATIÈRE GLYCOGÈNE DU FOIE 730

Conclusions des recherches de M. Cl. Bernard 730

CERVEAU 731

Cérébrine 732

PUTRÉFACTION DES MATIÈRES ANIMALES 733

Substances antiseptiques 735

CONSERVES ALIMENTAIRES 737

CHIMIE VÉGÉTALE 740

FLUIDES VÉGÉTAUX 740
SÉVE 740

Rôle de la séve 740
Propriétés. — Composition 740

SÉVES ASCENDANTES 742

Séve du *Bambusa hadua* 742
Séve du bananier 742
Séve du charme 742
Séve de l'érable 742
Séve du hêtre 742
Séve du noyer 743
Séve de l'orme 743
Séve de la vigne 743

SÉVES DESCENDANTES 743
SUCS LAITEUX 743

Suc de l'arbre à caoutchouc 744
Suc du *Carica papaya* 744
Suc de l'*Hura crepitans* 744
Suc de pavot. — Opium 744
Tableau de la composition de divers opiums du commerce 745
Suc de laitue 746
Suc de l'arbre à vache 746

SUCS RÉSINEUX ET GOMMEUX 746
EXTRACTION DE LA SÉVE 747

FONCTIONS VÉGÉTALES 747

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VÉGÉTATION 747
GERMINATION 748
ACCROISSEMENT DES PLANTES 753

Pages.

Assimilation du carbone 754
Assimilation de l'oxygène 761
Assimilation de l'hydrogène 762
Assimilation de l'azote 763
Opinion de M. Th. de Saussure 766
Opinion de M. Liebig 766
Opinion de M. Boussingault 768
Opinion de M. Ville 780
Opinion de M. Kuhlmann 783
Opinion de MM. Lawes et Gilbert 784
Opinion de M. Cloëz 785
Assimilation de l'azote libre 785
Mode d'action de l'ammoniaque 785
Du rôle des matières organiques azotées 787
Influence des nitrates sur la végétation 787

RESPIRATION DES FRUITS 788
RESPIRATION DES FLEURS 792
ASSIMILATION DES MATIÈRES INORGANIQUES 793

ORGANES DES PLANTES 794

RACINES 794

Pomme de terre 795
Igname 799
Racine de *Dioscorea sativa* 799
Batate 800
Arrow-root 801
Topinambour 802
Chufa, ou souchet alimentaire 804
Carotte 805

TIGES 806
FEUILLES 806

Thé 806
Choux 808

FLEURS 809
GRAINES 809

Avoine 809
Froment 810
Caractères et composition de divers blés 814
Maïs 816
Orge 817
Riz 818
Seigle 818
Seigle ergoté 820
Ergotine 821
Mycose 821

Pages.
Tableau comparatif de la composition de diverses graines 822
Composition des farines 822
Farine de froment 822
Farine de maïs 823
Farine d'orge 824
Farine de seigle 824
Essai des farines 824
Analyse des farines 825
Examen des pains 827
Cocotier 829
Muscadier 830
Houblon 830
Colza 831
Lin 832
Cacaoyer 833
Graines de légumineuses 835
Composition des principales légumineuses 836
Cendres des graines de légumineuses 837
Café 837
Falsifications du café 837
Cendres du café 840

ÉTUDE DU SOL 841

Classification des divers sols 843

SOLS SABLONNEUX 843

Sol de sable pur 844
Sol quartzeux 844
Sol volcanique 844
Sol sablo-argileux 844
Sol sablo-argilo-ferrugineux 845
Sol sablo-humifère 845

SOLS ARGILEUX 845

Sol d'argile pure 845
Sol argilo-ferrugineux 846
Sol argilo-sablonneux 846
Sol argilo-calcaire 846

SOLS CALCAIRES 846

Sol crayeux 847
Sables calcaires 847
Sol tufeux 847
Sol marneux 847

SOLS MAGNÉSIENS 847
SOLS HUMIFÈRES 848

Pages.

Sol tourbeux 849
Sol marécageux 849

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL 850

Densité des terres 851
Imbibition des terres par l'eau 851
Ténacité, adhérence des terres 852
Dessiccation spontanée du sol 853
Faculté hygrométrique des sols 854
Pouvoir absorbant du sol pour la chaleur 855
Absorption des gaz par le sol 857
Composition de l'air confiné dans la terre végétale 857
Pouvoir absorbant des terres arables 860

ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS ARABLES 863

Composition des diverses espèces de sols 866

IRRIGATIONS 875
DRAINAGE 878
ASSOLEMENTS 881
AMENDEMENTS 883
CHAULAGE 883
MARNAGE 885

Maerl 888
Treaz 888
Tangue 889

EMPLOI DES PHOSPHATES DANS L'AGRICULTURE 890

Richesse en acide phosphorique des différents engrais 891
Richesse en acide phosphorique des engrais phosphatés proprement dits 892
Richesse des phosphates naturels 893

ÉCOBUAGE 894
PLATRAGE 895
CENDRES 899
SEL MARIN 900
ENGRAIS 901

Fumier de ferme 902
Engrais suisse 905
Recherches de M. P. Thenard 905
Acide fumique 905
Engrais flamand 906

POUDRETTE 907
GUANO 908
NOIR ANIMAL 909
ENFOUISSEMENT DES VÉGÉTAUX 909
COMPOSTS 910

Pages.

QUANTITÉ D'ENGRAIS A EMPLOYER..... 910
EMPLOI DES SELS AZOTÉS..... 911

RÉSUMÉ DES RECHERCHES DE M. FREMY SUR LES CORPUSCULES ORGANISÉS..... 916

SUR LES CORPUSCULES ORGANISÉS QUI EXISTENT DANS LES ŒUFS ET CEUX QUI SE TROUVENT DANS LES GRAINES..... 924

ANALYSE DES GAZ..... 929

GÉNÉRALITÉS SUR LES GAZ..... 929

PREMIÈRE DIVISION. — Gaz absorbables par la potasse et non inflammables..... 931
DEUXIÈME DIVISION. — Gaz absorbables par la potasse et inflammables..... 933
TROISIÈME DIVISION. — Gaz non absorbables par la potasse et non inflammables.. 933
QUATRIÈME DIVISION. — Gaz non absorbables par la potasse et inflammables..... 934

GAZ QUI SE DÉCOMPOSENT MUTUELLEMENT..... 935

OPÉRATIONS GAZOMÉTRIQUES..... 936

Mesure des gaz..... 939
Correction relative à la température..... 940
Table des valeurs de $1 + 0,00367$..... 941
Correction relative à la pression..... 941
Correction relative à la tension de la vapeur d'eau..... 942
Table des tensions de la vapeur d'eau, d'après M. Regnault..... 942
Appareil de MM. Williamson et Russell dispensant des corrections de température et de pression..... 943

ANALYSE GAZOMÉTRIQUE..... 943

EMPLOI DES RÉACTIFS ABSORBANTS POUR LA SÉPARATION ET LE DOSAGE DES GAZ..... 949

AZOTE..... 951
OXYGÈNE..... 951
ACIDE CARBONIQUE..... 952
HYDROGÈNE SULFURÉ..... 953
ACIDE SULFUREUX..... 953
ACIDE CHLORHYDRIQUE..... 953
HYDROGÈNE..... 953
OXYDE DE CARBONE..... 954
GAZ DES MARAIS..... 954
ACÉTYLÈNE..... 955
ÉTHYLÈNE, OU GAZ OLÉIFIANT..... 955
BUTYLÈNE (TÉTRYLÈNE, GAZ DITÉTRYLE)..... 956
HYDRURE D'ÉTHYLE..... 956
PROPYLÈNE..... 956
HYDRURE DE PROPYLE..... 956
HYDRURE DE BUTYLE..... 957

Pages.

EMPLOI DES DONNÉES EUDIOMÉTRIQUES ET ABSORPTIOMÉTRIQUES POUR LE CALCUL DES ANALYSES..... 957

EXEMPLES D'ANALYSES DE QUELQUES MÉLANGES GAZEUX..... 959

Mélange d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'acide carbonique et de gaz oléifiant. 959

Analyse d'un mélange d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'azote et d'oxygène..... 959

Analyse d'un mélange d'acide sulfureux et d'acide carbonique..... 960

Analyse d'un mélange d'oxyde de carbone, d'acide carbonique, d'acide sulfureux, d'azote, d'oxygène et d'hydrogène bicarboné..... 961

Analyse d'un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné..... 961

Analyse d'un gaz d'éclairage préparé avec le cannel-coal dans une usine à gaz de Manchester, d'après M. Bunsen..... 962

Mélange d'hydrogène, de gaz des marais, d'oxygène et d'azote..... 967

Mélange de propylène et d'hydrure de propyle..... 967

Mélange d'éthylène, d'hydrure d'éthyle, d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'acide carbonique et d'azote..... 968

Mélange de propylène, de gaz oléifiant, d'hydrure de propyle, d'hydrure d'éthyle et d'hydrogène..... 969

FIN DE LA TABLE.

TRAITÉ

DE CHIMIE

GÉNÉRALE, ANALYTIQUE

INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

DE CHIMIE

GÉNÉRALE, ANALYTIQUE

INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

PAR

J. PELOUZE
Membre de l'Institut,
Président de la Commission
des monnaies.

E. FREMY
Membre de l'Institut,
Professeur de chimie à l'École polytechnique
et au Muséum d'histoire naturelle.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

AVEC FIGURES DANS LE TEXTE

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1866

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

A

	Tom.	Pag.
Abiétine	VI	168
Accéthine	IV	214
Accroissement des plantes	VI	753
Acéchlorplatine	IV	214
Acédiamine	IV	202
Acétal	V	342, 348
— bichloré	V	369
— méthylé	V	352
— monochloré	V	369
— trichloré	V	369
Acétamide	IV	201
— trichlorée	IV	208
Acétanilide	IV	203, 689
Acétates (généralités)	IV	186
— (produits qui accompagnent l'acétone dans la distillation des)	V	354
— d'alumine	IV	190
— d'ammoniaque	IV	189
— d'antimoine	IV	194
— d'argent	IV	197
— de baryte	IV	189
— de bismuth	IV	194
— de cétyle	V	560
— de chaux	IV	190
— de chrôme	IV	191
— de cinchonine	IV	594
— de cobalt	IV	192
— de conine	IV	616
— de cuivre	IV	194
— diamidobenzoïque	V	626
— diéthylénique	V	723
— d'étain	IV	192
— de fer	IV	191
— de fibrine	VI	450
— de glycocolle	V	713
— de lithine	IV	189
— de magnésie	IV	190
— de manganèse	IV	190
— de mercure	IV	197
— de mercurosétbyle	V	1080
— de méthylène	V	497
— de morphine	IV	561
Acétates de narcotine	IV	571
— de nickel	IV	192
— de nicotine	IV	631
— d'oxyde d'allyle	V	576
— d'oxyde de styryle	V	664
— de plomb	IV	192
— de plomb ammoniacal (son emploi dans l'analyse organique)	IV	12
— de plomb neutre (son emploi dans l'analyse organique)	IV	11
— de potasse	IV	187
— de potasse (action de l'oxychlorure de phosphore sur l')	IV	198
— de quinine	IV	587
— de rhodium	III	1321
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquistanméthyle	V	1052
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de soude	IV	189
— de stanméthyle	V	1051
— de stannéthyle	V	1042
— de strontiane	IV	189
— de strychnine	IV	607
— de sycocérylique	VI	187
— tétréthylénique	V	724
— triéthylénique	V	723
— d'uranium	IV	196
— d'yttria	IV	190
— de zinc	IV	192
Acéténamine	V	737
Acétification	IV	176
Acétimètre	IV	185
Acétines	V	812
Acétobenzamates	V	625
Acétochlorhydrine	V	896
Acéto-chlorhydrobromhydrine	V	897
Acétonate de baryte	IV	212
Acétone	IV	174, 211,
— (préparation)	IV	216
— (action de l'amalgame de sodium sur l')	V	355
— (action de la chaux caustique sur l')	V	353
— (action du chlore sur l')	V	354

	Tom.	Pag.
Acétone perchlorée	IV	211
— quintichlorée	IV	211
— tribromée	IV	211
Acétones (mode de production)	IV	124
— (généralités)	V	319
Acétonine	IV	214
Acétonitrile	IV	201
— trichlorée	IV	208
Acétosalicyle	VI	124
Acétstannéthyle	V	1037, 1038
Acétylbenzoïne	V	596
Acétylène	VI	34
— (séparation et dosage de l')	VI	955
— bromé	VI	35
Acétylurée	VI	387
Acichloride carbonique	I	824
Acichlorides de molybdène	III	744
Acides (définition)	I	7
— (déshydratation des)	II	81
— (leurs combinaisons avec l'eau)	II	78
— abiétique	VI	168
— acéphogénique	IV	211
— acéphosique	IV	211
— acétamique	V	714
— acéteux	V	341
— acétique	V	356
— — (action du chlore sur l')	IV	204
— — anhydre	IV	169
— — hydraté	IV	172
— acéto-angélique anhydre	VI	153
— acétobenzamique	V	625
— acétobenzoïque anhydre	V	612
— acétocinnamique anhydre	V	668
— acétocuminique anhydre	V	653
— acétonique	IV	212
— acétosalicylique anhydre	VI	131
— acétoxybenzamique	V	624
— acétylophlorétique	V	183
— achilléique	IV	422
— aconitanilique	IV	317
— aconitique	IV	301
— acroléique	V	792
— acrylique	V	792
— adipique	V	882
— aldéhydique	V	341
— alizarique	VI	249
— allanturique	VI	395
— alliturique	VI	401, 402
— allophanique	VI	378
— alloxanique	VI	398
— alloxanosulfureux	VI	403
— aloétique	VI	272
— alpha-orsellinique	VI	233
— alpha-orsellique	VI	233
— alphatoluique	V	647
— althionique	V	376
— amalique	IV	669
— ambréique	VI	565
Acide amide benzoïque	V	619
— amidés	IV	137
— amidiques	IV	526
— amidogénés	IV	526
— amidohippurique	V	651
— amidoxybenzoïque	V	635
— amiques	IV	526
— ammonifellique	VI	562
— ampélique	VI	133
— amygdalique	V	136
— amylophosphoreux	V	525
— amylophosphorique	V	526
— anacardique	IV	422
— anamirtique	V	827, 921
— anémonique	V	196
— angélique anhydre	VI	153
— — hydraté	VI	153
— angélo-benzoïque anhydre	VI	153
— anilidiques	IV	690
— anilique	VI	225
— anilotique	VI	142
— anisamique	V	683
— anisique	V	681, VI 121
— anisurique	V	687
— anthracénique	VI	73
— anthranilique	VI	209, 225
— antimonieux	III	852
— antimonique	III	846
— anylocyanique	IV	699
— apocrénique	IV	910
— apoglucique	V	64
— apophyllique	IV	568
— arachique	V	835
— arsendiéthylique	V	1007
— arsénieux	I	671
— — (ses deux états isomériques)	I	672
— — (son analyse)	I	674
— — (sa préparation)	I	675
— — (sa recherche dans les cas d'empoisonnement)	I	684
— — (ses contre-poisons)	I	672
— — (ses combinaisons avec les biparatartrates alcalins)	IV	252
— — (ses combinaisons avec les bitartrates alcalins)	IV	261
— arséniovinique	V	300
— arsénique	I	677
— — (ses hydrates)	I	678
— — (son analyse, sa préparation)	I	679
— arsenmonéthylique	V	1006
— arsénomonométhylique	V	1016
— aspartique	IV	346
— — actif	IV	346

	Tom.	Pag.
Acide aspartique inactif	IV	347
— aurique	III	1207
— azomarique	VI	168
— azoteux	I	368
— azotique	I	345
— — (modes de production de l')	I	355
— — (moyens de reconnaître de petites quantités d').	I	353
— — (purification de l')	I	361
— — (sa préparation)	I	357
— — (ses usages)	I	363
— — (son action sur les hydracides)	I	350
— — (son action sur les métaux)	I	351
— — (son analyse)	I	353
— — (son dosage)	I	362
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	21
— — anhydre	I	345
— — hydraté	I	347
— — fumant (sa préparation).	I	357
— azotosulfurique	I	511
— azulmique	I	938
— bassique	V	927
— bébirique	IV	422
— bénique	V	918
— benzamique	V	619
— benzo-érésique	V	616
— benzoglycollique	V	645
— benzoïque amorphe	V	616
— — anhydre	V	611
— — hydraté	V	614
— benzolactique	IV 352, V	771
— benzonitrobenzoïque anhydre.	V	612
— benzosalicylique anhydre	VI	131
— benzylique	V	597
— benzylsulfureux	VI	47
— bêta-orsellique	VI	234
— bézoardique	IV	379
— biamidocuminique	V	657
— bibromisatique	VI	220
— bibromophlorétique	V	182
— bibromosalicylique	VI	135
— bichlorisamique	VI	221
— bichlorisatique	VI	219
— bichlorohippurique	V	642
— bichloroquinonique	IV	414
— bichlorosalicylique	VI	134
— bichloroxalique	IV	300
— bilifellique	VI	557
— bilique	VI	558
— binitrobenzoïque	V 615,	632
— binitrocuminique	V	655
— binitrophénique	V	971
— binitrophlorétique	V	182
Acide binitrosalicylique	VI 137,	141
— bismuthique	III	889
— bisulfocarbamylique	V	526
— bisulfocarbovinique	V	381
— borique	I	990
— — (son dosage)	I	1003
— — (son extraction)	I	993
— — (ses combinaisons avec l'acide tartrique et les bitartrates alcalins)	IV	260
— — (ses combinaisons avec les biparatartrates alcalins)	IV	282
— brassicique	V	928
— bromacétique	IV	205
— bromanisique	V	682
— bromeuxanthique	VI	267
— bromhydrique	I	449
— bromique	I	448
— bromitonique	IV	314
— bromitriconique	IV	313
— bromobarbiturique	VI	400
— bromobenzoïque	V	630
— bromocinnamique	V	669
— bromocoménique	IV	406
— bromoléique	V	857
— bromophénasique	VI	135
— bromophénésique	VI	135
— bromophénisique	VI	136
— bromopyroméconique	IV	407
— bromosalicyleux	VI	128
— bromosalicylique	VI	135
— bromosulfobenzidique	VI	43
— butyllactique	V	783
— butyracétique	IV	249
— butyrique	V	817
— — anhydre	V	816
— — hydraté	V	816
— butyriques chlorés	V	817
— butyronitrique	V	512
— cachutique	IV	381
— — (produits de sa décomposition)	IV	381
— cacodylique	IV	221
— caféique	IV	670
— cafétannique	IV	383
— caïncique	IV	419
— camphique	V	585
— campholique	V	584
— camphométhylique	V	584
— camphoramique	IV 138, V	584
— camphoranilique	V	584
— camphorique	V	583
— — anhydre	V	583
— camphovinique	V	584
— caprique	V 924,	935
— caproïque	V	924
— — anhydre	V	932

	Tom.	Pag.
Acide caproïque hydraté	V	933
— caprylique	V	924
— — anhydre	V	937
— — hydraté	V	937
— carbamique	V	402
— carbanilique	V	632
— carbanisique	V	689
— carbazotique	V	979
— carbolique	V	970
— carbométhylique	V	482
— carboneux	IV	143
— carbonique	I	829
— — (état naturel)	I	851
— — (sa composition)	I	845
— — (son dosage)	I	852
— — (son dosage dans les os)	VI	713
— — (séparation et dosage de l')	VI	952
— — contenu dans le sang	VI	523
— — gazeux	I	830
— — liquide	I	841
— — solide	I	844
— carbovinique	V	380
— carminique	VI	258
— caséique	VI	468
— catéchucique	IV	381
— cérébrique	V	946
— cérinique	V	940
— cérosique	V	942
— cérotique	V	940
— cétrarique	VI	239
— cévadique	IV	422
— chélidonique	IV	419
— chénocholalique	VI	440
— chénocholique	VI	439
— chinovique	IV	418
— chiococcique	IV	418
— chlolique	VI	561
— chloracétamique	IV	209
— chloracétique	IV	175, 204
— chloranisique	V	682
— chlorazosuccique	V	879
— chloreux	I	420
— chloreuxanthique	VI	267
— chlorhydrique	I	432
— — (son dosage)	I	441
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	25
— — (séparation et dosage de l')	VI	953
— — liquide	I	436
— chlorindoptique	V	973
— — chloré	V	973
— chlorique	I	416
— chlorisathydique	VI	223
— chlorisatique	VI	218
— chloro-azoteux	I	351
— chlorobenzoïque	V	615, 629, 634
— chlorocarbosulfureux	I	934
Acide chlorocérotique	V	940
— chlorochlorique	I	421
— chlorochromique	III	488
— chlorocinnamique	V	669, 672
— chlorocoménique	IV	405
— chloroginique	IV	383, 666, 670
— chlorohippurique	V	641
— chlorohumique	IV	910
— chloroléique	V	857
— chloromaléique	IV	271
— chlorométhylsulfureux	I	935
— chloronicéique nitrogéné	V	617
— chloroperchlorique	I	421
— chlorophénésique	V	972, VI 135
— chlorophénisique	IV	694, V 973
— chlorophénusique	V	973
— chlorosalicyleux	VI	127
— chlorosalicylique	VI	134
— chlorosalylique	VI	127
— chlorosuccique	V	879
— chlorosulfurique	I	509, 576, 659
— chlorovalérisique	V	534
— chlorovalérosique	V	534
— chloroxalevinique	V	381
— chloroxycarbonique	I	824
— chloroxynaphtalique	VI	72
— chlorrhidique	VI	665
— cholalique	VI	433
— cholanique	VI	558
— choléique	VI	436
— cholestérique	V	671
— cholinifellique	VI	557
— cholinique	VI	558, 562
— cholique	VI	431, 562
— — (action des acides concentrés sur l')	VI	433
— — (action de la potasse sur l')	VI	433
— choloïdanique	VI	435, 563
— choloïdique	VI	435, 557
— cholonique	VI	433
— chromique	III	462
— — (combinaison avec l'acide sulfurique)	III	465
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	27
— — (sa séparation de l'alumine, des oxydes du fer et du manganèse)	III	478
— — (sa séparation de la magnésie, de la chaux, de la strontiane et de la baryte)	III	479
— — (sa séparation des oxydes des alcalins)	III	481
— — (sa détermination quantitative quand il est		

	Tom.	Pag.
mélangé avec l'oxyde de chrôme)	III	481
Acide chrysammique	VI	272
— chrysanilique	VI	226
— chrysanisique	V	689
— cinnamique anhydre	V	668
— — hydraté	V	668
— — (action du perchlorure de phosphore sur l')	V	671
— cinnamobenzoïque anhydre	V	613
— citracartique	IV	314
— citracodinitranilique	IV	320
— citraconanilique	IV	319
— citraconique	IV	301, 309
— — (action de l'acide azotique sur l')	IV	314
— — (action du perchlorure de phosphore sur l')	IV	313
— citranilique	IV	316
— citridique	IV	301
— citrique	IV	289, 634
— — (action de la chaleur sur l')	IV	301
— — (action du chlore sur l')	IV	299
— — (action du perchlorure de phosphore sur l')	IV	300
— citrobianilique	IV	317
— citrobiméthylique	V	483
— citromonométhylique	V	483
— cobaltique	III	536
— coccinique	VI	257
— coccognidique	IV	422
— collique	VI	479
— colombique	IV	422
— coménamique	IV	408
— coménique	IV	397, 402
— — (action du brôme sur l')	IV	406
— — (action du chlore sur l')	IV	405
— — (action de la chaleur sur l')	IV	406
— coménovinique	V	383
— convolvulinolique	V	152
— convolvulique	V	152
— copahurésinique	VI	169
— copahuvique	VI	169
— coumarique	VI	144
— crayeux	I	829
— crénique	IV	910
— de la créosote	VI	80
— croconique	I	855
— crotonique	IV	422
— crysammique	VI	272
— cuivrique	III	979
— cuminamique	V	655
— cuminique anhydre	V	652
— — hydraté	V	653
— cuminobenzoïque anhydre	V	613
— cuminurique	V	657
— cuprocyanhydrique	III	1000
— cyamélurique	I	977
Acide cyanhydrique	I	951
— — (son contre-poison)	I	955
— — (recherche et dosage de l')	I	959
— cyanilique	I	978
— cyanique	I	946
— cyanogallique	IV	371
— cyanurénique	VI	421
— cyanurique	I	949
— — insoluble	I	947
— dammarique	VI	171
— de la bile	VI	431
— désoxalique	V	405
— diacétyloquercétique	VI	264
— dialurique	VI	403
— diamidiques	IV	534
— diamidobenzoïque	V	625
— diamine-amidiques	IV	533
— dianique	III	674
— diazoanisoanisamique	V	687
— diazobenzobenzamique	V	620
— diazocuminocuminamique	V	656
— diazotoluotoluamique	V	648
— diéthyldisulfophosphorique	V	393
— diéthylosulfophosphorique	V	393
— digitalinique	V	166
— digitalique	IV	422
— digitoléique	IV	422
— diglycolamidique	V	716
— diglycoléthylénique	V	728
— diglycolique	V	714, 728
— diiodosalicylique	VI	136
— diliturique	VI	407
— dimétaphosphorique	I	620
— diméthylparabanique	IV	670
— dinitrochlorophénique	V	983
— dinitrocrésylique	V	988
— dinitrodiphénamique	V	978
— dinitroéthylique	V	1028
— — (produits de sa décomposition)	V	1030
— dinitrophénamique	V	980
— dioxysalicylique	VI	129
— disulfonaphtalique	VI	73
— disulforétinique	VI	77
— dithionique	I	547
— dulcitartrique	V	128
— élaérique	VI	647
— élaïdique	V	886
— élaïloxalique	IV	299
— ellagique	IV	379
— élœodique	V	919
— épiglycériditartrique	V	803
— équisétique	IV	301
— érucique	V	929
— érythrinique	VI	230
— érythrique	VI	230
— érythrisulfurique	V	137

	Tom.	Pag.
Acide érythritartrique	V	138
— érythroléique	VI	239
— esculique	V	194
— éthalique cétique	V	560
— éthérique	I	866
— éthérophosphoreux	V	380
— éthionique	V	377
— éthyllactique	V	774
— éthylostilbique	V	1063
— éthylotrithionique	V	1027
— éthyloxamique	IV	721
— éthylsulfobenzoïque	V	634
— euchroïque	I	858
— eugénallophanique	VI	379
— eugénique	VI	149
— eugétique	VI	150
— euphorbique	IV	422
— euxanthique	VI	267
— — (ses dérivés)	VI	267
— éverninique	VI	235
— évernique	VI	235
— évernitique	VI	235
— fellanique	VI	558
— fellique	VI	557, 562
— ferricyanhydrique	III	145
— ferrique	III	80
— ferrocyanhydrique	III	130
— fluoborique	I	1010
— fluorhydrique	I	480
— — hydraté (sa préparation)	I	485
— — (son analyse)	I	484
— — (dosage de l')	I	487
— — (gravure sur verre par l')	I	481, 489
— fluorique	I	482
— fluosilicique	I	481
— formique	IV	232
— formobenzolique	V	609
— fulminique	I	949
— fumarique	IV	838
— fumique	VI	905
— gaïacique	VI	175
— gallactique	V	98
— gallamique	IV	864
— gallatannique	IV	863
— gallérythronique	IV	871
— gallique	IV	869
— — (produits de sa distillation)	IV	375
— gallulmique	IV	377
— gaulthérique	VI	138
— glaucomélanique	IV	379
— globuritannique	V	170
— glucique	V	63
— glucocitrique	V	53
— glucotartrique	V	53
— glycériditartrique	V	803
— glycérimonotartrique	V	802
— glycérique	V	798
Acide glycéritritartrique	V	803
— glycocholique	VI	531
— glycolique	V	710
— glyoxylique	V	397, 717
— gummique	IV	820
— hamathionique	VI	269
— hédérique	IV	422
— hémipinique	IV	568
— hexamétaphosphorique	I	621
— hidrotique	VI	646
— hippurique	V	636, VI 422, 595
— homoanisique	V	687
— homocuminique	V	658
— homolactique	VI	480
— humique	IV	910
— humopique	IV	566
— hydantoïque	VI	396
— hydrochlorique	I	432
— hydrocobalticyanique	III	548
— hydrocyanique	I	951
— hydroferricyanique	III	145
— hydroferrocyanique	III	130
— hydroflavéique	I	941
— hydrofluoborique	I	1011
— hydrofluosilicique	I	1051
— hydrofluotantalique	III	669
— hydrofluotitanique	III	839
— hydroléique	V	892
— hydromargaritique	V	892
— hydromargarique	V	893
— hydropimarique	VI	168
— hydrorubéique	I	941
— hydrosulfurique	I	552
— hydrotique	VI	646
— hydroxanthique	I	971
— hydurilique	VI	406
— — bichloré	VI	407
— hyocholalique	VI	438
— hyocholique	VI	437
— hyocholoïdique	VI	438
— hypoazotique	I	364
— hypobromeux	I	449
— hypocarbonique	IV	143
— hypochloreux	I	424
— hypochlorique	I	422
— hypochloro-azotique	I	351
— hypogéique	V	835
— hypoiodique	I	466
— hyponiobique	III	673
— — (son dosage)	III	681
— — (sa séparation de l'acide tantalique, des oxydes des métaux qui précèdent le tantale)	III	682
— hyponitroméconique	IV	571
— hypophosphoreux	I	636
— hypophosphorique	I	635
— hyposulfindigotique	VI	213

	Tom.	Pag.
Acide hyposulfureux	I	545
— hyposulfurique	I	547
— — bisulfuré	I	550
— — monosulfuré	I	548
— — trisulfuré	I	550
— igasurique	IV	422, 601
— indigotique	VI	225
— inosique	VI	430
— insolinique	V	659
— iodanisique	V	688
— iodeux	I	467
— iodhydrique	I	468
— iodique	I	462
— — (ses combinaisons avec les autres acides)	I	463
— iodoacétique	V	200
— iodobenzoïque	V	630
— iodochromique	III	490
— iodocinnamique	V	669
— iodopropionique	V	800
— iodopyroméconique	IV	407
— iodosulfurique	I	509
— iodotoluique	V	648
— ipécuanique	IV	423
— ipomique	V	153, 864, VI 179
— iridiocyanhydrique	III	1310
— iridique	III	1307
— isamique	VI	221
— isatinique	VI	218
— isatique	VI	218
— iséthionique	V	377
— isomalique	V	714
— isonitrophénique	V	975
— isopurpurique	V	981
— isotartrique	IV	265
— itaconanilique	IV	319
— itaconique	IV	301, 306
— jalappinolique	V	155
— jalappique	V	154
— japonique	IV	382
— kalisaccharique	V	63
— kokkinique	VI	268
— kramérique	IV	423
— lactique	IV	350, VI 595
— — anhydre	IV	355
— — produit par l'oxydation du propylglycol	V	770
— lactotartriques	V	98
— lampique	V	341
— lantanurique	VI	395
— laurique	V	826
— laurostéarique	V	826, 924
— lécanorique	VI	229
— lédonique	VI	156
— leucique	VI	467, 468
— leucoturique	VI	400
— lichenstéarique	VI	239
— lignhumique	IV	909
Acide lignulmique	IV	909
— linoléique	V	917
— lipique	V	883
— lithofellique	VI	440, 564
— lizarique	VI	248
— lutéogallique	IV	380
— maléique	IV	333
— malique	IV	321, 634
— — (sa distillation)	IV	332
— — actif	IV	322
— — inactif	IV	323
— malovinique	V	411
— manganique	III	10
— manniphosphorique	V	114, 122
— mannitartrique	V	114, 122
— mannitique	V	119
— margarique	V	849
— — (action de l'acide azotique sur l')	V	867
— — (action de la chaleur sur l')	V	861
— — (son action sur la glycérine)	V	846
— margaritique	V	919
— marin	I	432
— — déphlogistiqué	I	404
— méchloïque	IV	571
— méconamique	IV	401
— méconique	IV	396, 555
— méconobivinique	V	383
— méconovinique	V	383
— médullique	VI	693
— mélangallique	IV	363
— mélanique	VI	125
— mélassique	V	64
— mélilotique	VI	144
— mellitique	I	855
— mellonhydrique	I	975
— ménique	IV	268
— mésaconique	IV	310, 314
— mésoxalique	VI	410
— méta-antimonique	III	849
— métacétique	V	18
— métacétonique	V	18, 21
— métagallique	IV	377
— métagummique	IV	820
— métamargarique	V	890
— métaoléique	V	891
— métapectinique	IV	427
— métapectique	IV	431
— métaphosphorique	I	620
— métastannique	III	782
— métatartrique	IV	264
— métatitanique	III	826
— métatungstique	III	706
— méthoxacétique	V	479
— méthyliques (principaux)	V	484
— méthylodithionique	V	1032

	Tom.	Pag.
Acide méthyloxamique	IV	168, 727
— méthyloxanthique	V	484
— méthylsalicylique	VI	138
— méthylsulfureux	I	935
— mimotannique	IV	381
— molybdeux	III	737
— molybdique	III	731
— — (sa combinaison avec l'ammoniaque et l'acide phosphorique)	III	734
— — (sa séparation de l'acide tungstique)	III	739
— — (sa séparation des oxydes métalliques proprement dits)	III	740
— — (sa séparation des oxydes terreux, des oxydes alcalins)	III	742
— monamidiques quaternaires	IV	533
— — secondaires	IV	527
— — tertiaires	IV	530
— monochlorohippurique	V	641
— monoiodosalicylique	VI	136
— monométaphosphorique	I	620
— mononitrocrésylique	V	988
— monoxysalicylique	VI	129
— moringique	V	918
— morintannique	IV	384, VI 270
— morique	VI	271
— mucique	IV	825
— mucovinique	V	412
— muriatique	I	432
— — oxygéné	I	404
— mycomélinique	VI	402
— myristique	V	826, 924
— — anhydre	V	827
— myristobenzoïque anhydre	V	613
— myronique	V	305, 572
— myrrhique	VI	181
— naphthionique	VI	68
— narcotique	IV	569
— nicéique monochloré	V	617
— niobique	III	676
— — (son dosage)	III	682
— nitranisique	V	682, VI 123
— nitrazophényloxamique	IV	701
— nitreuxanthique	VI	268
— nitrique	I	347
— nitroacétylophlorétique	V	183
— nitrobenzoïque	V	615, 631
— — anhydre	V	611
— nitrobromophénésique	V	977
— nitrochlorobenzoïque	V	634
— nitrochlorophénamique	V	984
— nitrocholique	VI	436, 562
— nitrocinnamique	V	662, 669
— — anhydre	V	668
— nitrocinnamique hydraté	V	672
Acide nitrococcusique	VI	259
— nitrocuminique	V	654
— nitrodracylique	VI	48
— nitrohippurique	V	648
— nitro-hydurilique	VI	407
— nitroleucique	VI	466
— nitromarique	VI	168
— nitrométacétique	V	512
— nitronaphtalésique	VI	69
— nitrophénésique	V	977
— nitrophénique	V	971
— nitrophénisique	V	979
— nitrophtalique	VI	74
— nitroprussianhydrique	III	159
— nitroprussique	III	159
— nitrosalicyleux	VI	125, 128
— nitrosalicylique	VI	129, 137
— nitrotartrique	IV	244, 270
— nitrotéréphtalique	VI	103
— nitrotoluique	V	648, VI 57
— nitrovalérianique	V	535
— nitroxybenzoïque	V	635
— nitroxynaphtalique	VI	68, 298
— œnanthique	V	925
— — chloré	V	926
— œnanthylique	V	921
— œnanthylobenzoïque anhydre	V	613
— œnanthylocuminique anhydre	V	653
— oléique	V	856
— — (action de la chaleur sur l')	V	862
— — (action de l'acide azotique sur l')	V	881
— — (action de l'acide hyposazotique sur l')	V	886
— — (son action sur la glycérine)	V	853
— oléobutyrique	V	932
— oléophosphorique	V	946
— oléoricinique	V	919
— opianique	IV	567
— opiano-sulfureux	IV	568
— organiques (généralités)	IV	115
— — (action des réactifs sur les)	IV	120
— — anhydres (leur production)	IV	126
— — (leur mode de production)	IV	128
— — volatils (tableau des principaux)	IV	117
— orsellique	VI	233
— osman-osmique	III	1301
— osmieux	III	1285
— osmiocyanhydrique	III	1300
— osmique	III	1297
— oxalamylique	V	527
— oxalhydrique	V	11

	Tom.	Pag.
Acide oxalique	IV	142, 635
— oxalovinique	V	381
— oxalurique	VI	411
— oxamique	IV	137, 165
— oxanilique	IV	167
— oxybenzoïque	V	619, 620, 634
— oxycarminique	VI	258
— oxycuminique	V	657
— oxylizarique	VI	248
— oxyoléique	V	857
— oxyphénique	IV	180
— oxypicrique	IV	384,
— oxyporphyrique	VI	269
— oxysaccharique	V	6, 14
— oxysylvique	VI	167
— oxytéréphtalamique	VI	103
— oxytéréphtalique	VI	103
— oxytolique	VI	49
— oxytoluique	VI	49
— palmique	V	923
— palmitique	V	560, 830, 924
— palmitonique	V	830
— papavérique	IV	423
— parabanique	VI	397, 410
— paracoménique	IV	407
— paracholique	VI	432
— para-ellagique	IV	371
— paramaléique	IV	338
— paramalique	V	714
— parapectique	IV	431
— paratartralique	IV	276
— paratartrélique	IV	276
— paratartrique	IV	276
— — anhydre	IV	276
— paratartrométhylique	V	483
— paratartrovinique	V	382
— pectique	IV	430, 635
— pectolactique	V	99
— pectosique	IV	429
— pélargobenzoïque anhydre	V	612
— pélargonique anhydre	V	884
— — hydraté	V	884
— pentathionique	I	550
— perchlorique	I	418
— perchlorocarbosulfureux	I	933
— perchromique	III	472
— périodique	I	465
— permanganique	III	12
— perruthénique	III	1336
— persulfocyanhydrique	I	971
— — (action de la chaleur sur l')	I	971
— perurique	VI	418
— phénique	V	970
— — bibromé	V	974
— — bichloré	V	972
— — binitré	V	977
— — monobromé	V	974
Acide phénique nitrobichloré	V	985
— — nitrobi-iodé	V	972
— — pentachloré	V	973
— — perchloré	V	971
— — tribromé	V	974
— — trichloré	V	973
— — trinitré	V	979
— phénylaconitamique	IV	317
— phénylcitraconamique	IV	319
— phénylcitramique	IV	316
— phénylcitrobiamique	IV	317
— phénylitaconamique	IV	319
— phényloxamique	IV	167
— phénylsulfamique	IV	689
— phénylsulfureux	IV	47
— phloréthylamique	V	182
— phlorétique	V	180
— phosphacétique	IV	211
— phosphatique	I	635
— phosphobivinique	V	379
— phosphocuprylique	V	546
— phosphoglycérique	V	802
— phosphoreux	I	633
— — anhydre	I	633
— — hydraté	I	633
— phosphorique	I	616
— — (action de l'eau et de la chaleur sur l')	I	618
— — (son dosage)	I	626
— — (son dosage dans les os)	VI	712
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	24
— — (sa présence dans le règne végétal)	IV	870
— — (séparation de l')	I	630
— — (sa séparation de l'alumine)	I	630
— — (ses hydrates)	I	618
— — anhydre	I	616
— — ordinaire	I	623
— — trihydraté	I	623
— phosphosalicylique	VI	139
— phosphovinique	V	379
— phtalanilique	VI	74
— phtalique	VI	73
— — trichloré	VI	74
— phtorhydrique	I	480
— picramique	V	980
— picrique	V	979
— picrocyanique	V	982
— pimarique amorphe	VI	167
— pimélique	V	882
— pinique	VI	167
— pinitartrique	V	132, 133
— pipérylsulfocarbamique	IV	677
— platinocyanhydrique	III	1263
— plombique	III	914

	Tom.	Pag.
Acide p ombique (sa combinaison avec l'acétate de plomb)..	IV	193
— — (dosage)	III	924
— polychromatique	VI	272
— polygalique	IV	423
— porphyrique	VI	269
— propionique	V	18
— propylsulfurique	V	505
— propylthionique	V	506
— propylxanthique	V	507
— prussique	I	951
— pseudo-urique	VI	394
— purpurique	VI	405
— pyracoménique	IV	467
— pyro-alizarique	VI	249
— pyrogallique	IV	375
— pyrogénés (tableau des principaux)	IV	119
— pyroligneux	IV	179
— pyrolithofellique	VI	440
— pyrolivylique	VI	181
— pyroméconique	IV	397, 406
— pyromellitique	I	857
— pyromucique	IV	825, 828
— pyropectique	IV	432
— pyrophosphorique	I	621
— pyrotartranilique	IV	274, 690
— pyrotartrique	IV	269
— — anhydre	IV	269
— — liquide	IV	267
— pyrotartronitranilique	IV	275, 690
— pyrotérébique	VI	102
— pyruvique	IV	267
— quadrichlorisamique	VI	222
— quercétique	V	185, VI 263
— quercitannique	IV	385
— quercitartrique	V	135
— quinique	IV	409
— quinonique	IV	414
— quinotannique	IV	385
— quinovatique	IV	386, 418
— quinovique	IV	418
— racémique	IV	276
— résino-gaïacique	VI	175
— rhéadique	IV	423
— rhéique	VI	240
— rhodanhydrique	I	969
— rhodéorétinique	VI	179
— rhodique	III	1317
— rhodizonique	I	853
— ricinique	V	919
— ricinoléique	V	919
— robinique	IV	423
— roccellique	IV	423, VI 234
— rosacique	VI	422
— rosolique	VI	293
— rubérythrique	VI	248, 251
— rubiacique	VI	248, 250
Acide rubichlorique	VI	252
— rubinique	IV	382
— rufigallique	IV	371, 378
— rufimorique	IV	385
— rufocatéchucique	IV	382
— ruthéniocyanhydrique	III	1341
— ruthénique	III	1336
— rutinique	IV	423
— saccharique	V	14
— salicyleux	VI	123, 124
— salicylique (action du brôme sur l')	VI	135
— — (action du chlore sur l').	VI	134
— — (action de l'iode sur l').	VI	136
— — anhydre	VI	130
— — hydraté	VI	128
— salicylobenzoïque anhydre	V	613
— salicylurique	VI	133
— salmonique	VI	688
— salylique	VI	134
— sanguins	VI	544
— santonique	IV	423
— sébacamique	V	866
— sébacique	V	862
— sélénhydrique	I	583
— sélénieux	I	581
— séléniocyanhydrique	I	979
— sélénique	I	582
— silicique	I	1022
— — (sa présence dans le règne végétal)	IV	870
— silicodécitungstique	III	711
— silicotungstique	III	711
— sinapique	V	573
— sorbinique	V	110
— sorbitartrique	V	109
— sous-hypoiodique	I	467
— spiroyleux	VI	123
— stannique	III	784
— — (sa séparation de la magnésie, de la chaux, de la strontiane et de la baryte)	III	797
— — (sa séparation des oxydes alcalins, du protoxyde d'étain)	III	798
— — (sa séparation des acides du vanadium et du molybdène, des acides hyponiobique, tungstique et tantalique).	III	794
— — naturel	III	816
— stéarérique	VI	646
— stéarique	V	840
— — (action de l'acide azotique sur l')	V	867
— — (action de la chaleur sur l')	V	861

	Tom.	Pag.
Acide stéarique (son action sur la glycérine)	VI	835
— stibéthylique	V	1063
— strychnique	IV 422, 602, VI	268
— subéranilique	V	868
— subérique	V	867
— succinique	V 869, VI	174
— — (de sa présence constante parmi les produits de la fermentation alcoolique)	V	243
— — monohydraté	V	276
— succino-éthylénique	V	767
— sudorique	VI	646
— sulfacétique	IV 175,	209
— sulfacétothymique	V	990
— sulfamylique	V	524
— sulfanilique	IV 240,	689
— sulfanisolique	V	690
— sulfhydrindique	VI	215
— sulfhydrique	I	552
— — (son analyse)	I	556
— — (sa préparation)	I	557
— — (son dosage)	I	560
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	25
— sulfhydromellonique	I	978
— sulfhyposulfurique	I	548
— sulfindigotique	VI 209,	212
— — (ses dérivés par oxydation)	VI	214
— sulfindique	VI	216
— sulfisataneux	VI	223
— sulfisatique	VI	214
— sulfo-amylolique	V	530
— sulfo-antimonique	III	873
— sulfoazotés	II	356
— — (leurs propriétés générales)	II	258
— sulfobenzidique	VI	47
— sulfobenzoïque	V 615,	633
— sulfobutylique	V	513
— sulfocacodylique	IV	230
— sulfocamphorique	V	583
— sulfocaprylique	V	544
— sulfocarbamique	I	927
— sulfocarbonique	I	926
— sulfocellylique	V	564
— sulfocérotique	V	561
— sulfocétique	V	556
— sulfocinnamique	V 669,	673
— sulfocrésylique	V	988
— sulfocuménique	VI	55
— sulfocyanhydrique	I	969
— sulfocyménique	VI	57
— sulfodraconique	VI	123
— sulfo-éthylolique	V	391
— sulfoflavique	VI	214
Acide sulfofulvique	VI	214
— sulfoglucique	IV 744, V	52
— sulfoglutinique	VI	73
— sulfoglycérique	V 801,	888
— sulfoglycolique	V	704
— sulfogras	V	888
— sulfohélénique	VI	148
— sulfohippurique	V	637
— sulfoléique	V 889,	888
— — (action de l'eau sur l')	V	890
— sulfolignique	IV	744
— sulfomannitique	V 113,	121
— sulfomargarique	V 888,	889
— — (action de l'eau sur l')	V	890
— sulfomellonique	I	978
— sulfomésitylique	IV	213
— sulfométhylique	V	482
— sulfométhylolique	V	489
— — monochloré	V	489
— — bichloré	V	489
— — trichloré	V	489
— sulfonaphtalidamique	VI	68
— sulfonaphtalidique nitré	VI	68
— sulfonaphtalique	VI	72
— sulfonaphtique	VI	72
— sulfonitronaphtalique	VI	73
— sulfophénique	V	971
— sulfophlorétique	V	182
— sulfopianique	IV	567
— sulfopropylique	V	505
— sulfoprotéique	VI	447
— sulfopurpurique	VI 209,	212
— sulforufique	V 187, VI	214
— sulfosalicylique	VI 129,	132
— sulfosinapisique	V	574
— sulfostéarique	V	888
— sulfosuccinique	V	880
— sulfothymique	V	990
— sulfotoluénique	VI	49
— sulfovinique	V	374
— sulfoviridique	VI	214
— sulfoxyarsénique	II	259
— sulfoxyphosphovinique	V	380
— sulfureux	I	508
— — (son analyse)	I	513
— — (son dosage)	I	518
— — (ses usages)	I	518
— — gazeux (sa préparation)	I	514
— — liquide (sa préparation)	I	516
— — — (propriétés de l')	I	513
— — hydraté	I	510
— — en dissolution dans l'eau (préparation de l')	I	516
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	24
— sulfureux (séparation et dosage de l')	VI	953

	Tom.	Pag.
Acide sulfurique	I	520
— — (son analyse)	I	528
— — (dosage de l')	I	541
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	22
— — (son existence dans le règne végétal)	IV	868
— — (sa fabrication)	I	529
— — (sa production au moyen du plâtre)	II	575
— — (purification de l')	I	539
— — anhydre	I	520
— — bihydraté	I	528
— — chlorhydraté	I	659
— — monohydraté (action de l'eau sur l')	I	527
— — de Nordhausen	I	523
— — normal	II	237
— — ordinaire ou acide anglais	I	525
— — trihydraté	I	528
— sylvique	VI	167
— du tabac	IV	634
— taigutique	IV	423
— tannique	IV	363
— tannomélanique	IV	364
— tannoxylique	IV	364, 371
— tantalique	III	659
— — (son dosage)	III	664
— — (sa séparation des oxydes du fer et du manganèse)	III	666
— — (sa séparation des oxydes métalliques et des oxydes terreux)	III	665
— — (sa séparation de la zircone, de la glucine, de l'alumine, de la magnésie et de la chaux, de la baryte, des oxydes alcalins)	III	667
— tartralique	IV	265
— tartramique	IV	273
— tartramylique	V	527
— tartrélique	IV	265
— tartrique	IV	241
— — (combinaisons acides formées par l'union de la glycérine et de l')	V	802
— — (sa combinaison avec l'émétique)	IV	258
— — (sa fermentation)	V	299
— — (produits de l'action de de la chaleur sur l')	IV	264
— — anhydre	IV	266
— — artificiel	IV	284
— — droit	IV	242
— tartrique gauche	IV	245
— — inactif	IV	284
Acide tartrométhylique	V	482
— tartronique	IV	270
— tartrovinique	V	382
— taurochénocholique	VI	439
— taurocholique	VI	436
— tellureux	I	587
— tellurhydrique	I	589
— tellurique	I	589
— térébenthilique	VI	103
— térébenzique	VI	102
— térébique	VI	101
— téréchrysique	VI	103
— téréphtalique	VI	102
— térétinique	VI	85
— tétramétaphosphorique	I	621
— tétrathionique	I	550
— thallique	III	1384
— thannique	IV	276
— thiacétique	V	356
— thiobenzoïque	V	635
— thiocyanhydrique	I	971
— thioformique	IV	231
— thionaphtamique	VI	68
— thionurique	VI	402
— thiotoluique	VI	53
— thymylsulfurique	VI	156
— titanique	III	825
— — (dosage)	III	834
— — (préparation)	III	827
— — (sa séparation de l'acide hyponiobique, de del'oxyde de cadmium, des oxydes du zinc, du cobalt, du nickel, du manganèse et surtout du fer)	III	833
— — (sa séparation de la chaux, de la strontiane et de la baryte, des oxydes alcalins)	III	836
— — (sa séparation des oxydes du cérium, de l'yttria, de la zircone, de la glucine et de l'alumine, de la magnésie)	III	835
— — (sa séparation des oxydes de l'étain, de l'acide tungstique)	III	832
— toluamique	V	648
— toluénylsulfamique	VI	53
— toluique	V 647, VI	50, 57
— toluisulfamique	VI	52
— tolurique	V	649
— tribromosalicylique	VI	136
— trichloracétique	IV	175, 205
— trigénique	V	312
— triglycolamidique	V	716
— trimétaphosphorique	I	621

	Tom.	Pag.
Acide trinitrocrésylique	V	989
— trinitrophénique	V	979
— trinitroxybenzoïque	V	620
— triodosalicylique	VI	136
— trisulfocarbonique	I	926
— trithionique	I	548
— tungstique	III	689
— — (ses combinaisons avec l'acide silicique)	III	711
— — (son dosage)	III	715
— — (ses hydrates)	III	690
— — (sa séparation des acides tantalique et hyponiobique, des oxydes métalliques proprement dits)	III	716
— — (sa séparation des oxydes terreux, des oxydes alcalins)	III	718
— tungstosilicique	III	712
— tyrosisulfurique	VI	464
— ulmique	IV	909
— uramilique	VI	404
— ureux	VI	415
— urique	VI	389
— — (produits de son oxydation)	VI	394
— — (son dosage dans l'urine)	VI	594
— uroxanique	VI	390
— usnique	VI	238
— vaccinique	V	938
— valérianique anhydre	V	533
— — hydraté	V	534
— valérobenzoïque anhydre	V	612
— vanadique	III	760
— — (ses combinaisons avec les acides)	III	766
— — (sa séparation de la baryte, des oxydes alcalins fixes)	III	769
— — (sa séparation des oxydes métalliques proprement dits)	III	768
— des végétaux (étude des principaux)	IV	141
— vératrique	IV	423
— viniques	V	311, 374
— violurique	VI	408
— viridique	IV	383
— xanthamylique	V	528
— xanthique	V	381, VI 415
— xanthopénique	IV	568
— xanthoprotéique	VI	447
Acier	III	300
— (divers procédés de fabrication)	III	374
— (essai de l')	III	313
— (analyse de l')	III	408
Acier (sa composition)	III	300
— (sa fabrication par la méthode rivoise)	III	369
— (sa fusion)	III	364
— (ses combinaisons avec différents métaux	III	378
— (ses emplois)	III	381
— (ses propriétés générales)	III	304
— (recuit de l')	III	311
— (trempe de l')	III	308
— corroyé	III	351
— damassé	III	367
— de cémentation	III	322
— — (état du charbon dans l').	III	349
— fondu	III	357
— — (sa fabrication par le procédé Bessemer)	III	370
— indien	III	367
— naturel	III	317
— poule	III	348
— puddlé	III	320
— sauvage	III	320
— Wootz	III	367
Aciération (résumé des recherches de M. Fremy sur l')	III	437
— complémentaire	III	440
Aconitates	IV	303
— d'ammoniaque	IV	304
— d'argent	IV	306
— de baryte	IV	304
— de chaux	IV	304
— de cuivre	IV	306
— de fer	IV	305
— de magnésie	IV	305
— de manganèse	IV	305
— de mercure	IV	306
— de plomb	IV	306
— de potasse	IV	303
— de soude	IV	304
— de zinc	IV	305
Aconitine	IV	681
Aconitobianile	IV	318
Acroléine	V	791
Acrylamine	IV	732
Actions chimiques (des forces d'où émanent les)	I	133
Action des courants électriques faibles sur les composés insolubles	II	58
Adipates	V	883
Adulaire	II	682
Ænomètre	V	460
Affinage des métaux précieux	III	1232
Affinité	I	5
— (force d')	I	136, 142
Agates	I	1040
— (différentes espèces d')	I	1040
Agrostemmine	IV	682

	Tom.	Pag.
Aigue-marine	II	690
— — artificielle	II	907
Aimant naturel	III	79
Air (analyse de l')	I	298
— (propriétés de l')	I	332
— (sa composition)	I	322
— (est-il une combinaison ou un mélange?)	I	331
— (existence d'un principe hydrogéné et carboné dans l')	I	321
— (phénomènes de combustion dans l')	I	332
— (action sur les métaux)	II	32
— alcalin	I	384
— atmosphérique	I	296
— — (son action sur les métaux)	II	32
— chaud (son emploi dans les hauts fourneaux)	III	235
— confiné (analyse de l')	I	324
— — dans la terre végétale (sa composition)	VI	857
— déphlogistiqué	I	176
— du feu	I	178
— pur	I	178
— vital	I	178
Airain	III	1032
Alanine	V	341, 346
Alantine	IV	986
Albâtre antique	II	586
— calcaire	II	586
— gypseux	II	574
— oriental	II	581
Albite	II	681
Albuminate de plomb	VI	457
Albumine	VI	453
— (son état naturel — sa préparation)	VI	457
— (sa présence dans l'urine)	VI	601, 603
— (ses usages — son analyse)	VI	456
— coagulée	VI	453
— végétale	VI	458
Albuminose	VI	450
Alcalimètre	II	236
Alcalimétrie	II	235
Alcalis artificiels	IV	685
— dérivés des radicaux alcooliques	IV	717
— dulcifié	II	224
— organiques (généralités)	IV	440
— — (leur recherche dans un cas d'empoisonnement)	IV	548
— — artificiels (historique — généralités)	IV	446
Alcalis organiques naturels	IV	441
— — — (formules des principaux)	IV	443
Alcalis organiques naturels, solides et fixes	IV	553
— — naturels liquides et volatils	IV	615
— — peu connus	IV	681
— de l'opium	IV	553
— des quinquinas	IV	575
— des strychnées	IV	601
— du Peganum harmala	IV	610
— végétal	II	224
— volatil	I	385
Alcaloïdes artificiels (liste des principaux)	IV	537
Alcaptone	VI	590
Alcarazzas	II	862
Alcarsine	IV	220
Alcools (généralités)	V	308
— (action des acides sur l')	V	372
— (action du brôme et de l'iode sur l')	V	370
— (action du chlore sur l')	V	367
— (action de l'eau régale sur l')	V	369
— (action des hydracides sur l')	V	384
— (action du persulfure de phosphore sur l')	V	392
— (son action sur les sels)	V	338
— (synthèse)	V	315
— (sa préparation dans les laboratoires)	V	337
— (sa transformation en glycol)	V	699
— (quantité contenue dans les vins)	V	451
— allylique	V	562
— — (tableau de ses dérivés)	V	577
— — potassé	V	563
— amylique	V	521
— — potassé	V	523
— amylthallique	III	1385
— anisique	V	314, 678
— d'asphodèle	V	427
— benzoïque	V	590
— de betterave	V	423
— — (fabrication)	V	424
— butylique	V	507
— — potassé	V	508
— butylsulfomercurique	V	518
— butylsulfopotassique	V	517
— camphoriques	V	578
— caproylique	V	536
— caprylique	V	540
— — (action de l'acide azotique sur l')	V	544
— — potassé	V	543
— — sodé	V	543
— cérotique	V	560
— cérylique	V	560
— cétique	V	556
— cholestérique	V	673

	Tom.	Pag.
Alcool cinnamique	v	661
— crésylique	v	987
— cuminique	v	649
— diatomiques	v	690
— diéthylénique	v	721
— — monobromhydrique	v	726
— — monochlorhydrique	v	726
— diglycérique	v	796
— — triéthylique	v	798
— éthalique	v	556
— éthylénique	v	722
— éthylthallique	III	1385
— de genièvre	v	426
— de grain	v	426
— héxéthylénique	v	725
— mélissique	v	561
— menthique	v	578
— mésityque	IV	212
— méthylthallique	III	1385
— méthylique	v	474
— — (préparation — usages)	v	476
— — potassé	v	475
— — sodé	v	475
— monoatomiques	v	308, 333
— œnanthylique	v	921
— pentéthylénique	v	725
— phénique	v	970
— polyatomiques	v	311
— polyéthyléniques (leur oxydation)	v	726
— de pomme de terre	v	426
— potassé	v	334
— propylique	v	505
— de soufre	I	923
— tétréthylénique	v	724, 725
— — monochlorhydrique	v	726
— toluique	v	646
— de topinambour	v	427
— triatomiques	v	786
— triéthylénique	v	722, 725
— — monobromhydrique	v	726
— — monochlorhydrique	v	726
— triglycérique	v	796
— — tétréthylique	v	798
— sycocérylique	v	660
— vinique	v	333
Alcoomètre	v	457
Aldéhydate d'ammoniaque	v	345
Aldéhyde	v	310, 317
— (action de l'amalgame de sodium sur l')	v	355
— (son action sur le glycol)	v	700
— amylique	v	523, 536
— anisique	v	679
— alphatoluique	v	647
— benzoïque	v	592
— butyrique	v	511
— camphorique	v	581
Aldéhyde camphorique (dérivé de l'alcool camphorique du succin)	v	589
— caprylique	v	546
— cinnamique	v	666
— cuminique	v	650
— diéthylique	v	348
— énodylique	VI	155
— glycolique	v	707
— mésityque	IV	211
— œnanthylique	v	919
— perchloré	IV	200, v 371
— sycocérylique	v	661
— toluique	v	646
— vinique	v	340
Aleuromètre	IV	1004
Aleurone	IV	977
Aliments	VI	539
— simples azotés	VI	539
— — non azotés	VI	540
— plastiques	VI	540
— respiratoires	VI	540
Alizarates	VI	249
Alizarine	VI	246, 248
Alizaris	VI	252
Allantoïne	VI	394
Alliages (définition des)	I	12
Alliages	II	30, 990
— d'antimoine	III	879
— d'antimoine et de fer	III	880
— — — potassium	III	879
— — — zinc	III	880
— de d'Arcet	III	902
— d'argent	III	1168
— — et de cuivre	III	1169
— — — — (essais des)	III	1180
— — — zinc	III	1170
— de bismuth	III	902
— de cadmium	III	651
— de chrôme	III	494
— de cuivre	III	1029
— — et d'argent (essai d'un)	III	1180
— — et d'étain	III	1033
— — — et de fer	III	1030
— — — — zinc	III	1010
— d'étain	III	881
— de fer	III	119
— d'iridium	III	1301
— de mercure	III	3103
— de Newton	III	912
— de nickel	III	521
— d'or	III	1223
— — (analyse des)	III	1226
— — (analyse par la coupellation)	III	1228
— — et d'argent	III	1225
— — — et de palladium	III	1226
— — — et de platine	III	1226

	Tom.	Pag.
Alliages d'or, d'argent et de rhodium	III	1226
— — et de cuivre	III	1223
— d'osmium	III	1301
— de palladium	III	1328
— de platine	III	1268
— de plomb	III	938
— de potassium	II	260
— de Réaumur	III	880
— de rhodium	III	1319
— de ruthénium	III	1341
— de sodium	II	433
— de tantale	III	671
— de thallium	III	1396
— de Wood	III	652, 938
— de zinc	III	617
Allophanate d'amylène	V	533
— de baryte	V	415
— de glycérine	VI	378
— de glycol	VI	379
— de méthylène	V	500
— d'oxyde de phényle	V	972
— de potasse	V	415
— de soude	V	415
Alloxanates	VI	399
Alloxane	VI	396
— (dérivés de l')	VI	398
Alloxanthine	VI	401
Allumettes chimiques (fabrication des)	I	611
Alluvions	I	120
Allylamine	IV	732
Allyle	V	997, VI 33
Allylène	VI	37
Allyloxaméthane	V	576
Aloétine	VI	272
Aloïsol	VI	272
Alquifoux	III	936
Althéine	IV	343
Aluminates artificiels cristallisés (liste des)	II	1013
Aluminate de chaux	II	602, 650
— de cobalt	III	558
— de glucine	II	704
— de magnésie	II	650
— de plomb	III	954
— de potasse	II	649
— de soude	II	650
— de zinc	III	628
Alumine	II	641
— (son dosage)	II	652
— (sa présence dans le règne végétal)	IV	873
— (sa séparation de la baryte)	II	655
— (sa séparation de la chaux)	II	654
— (sa séparation de la lithine, de la soude et de la potasse)	II	656
Alumine (sa séparation de la magnésie)	II	653
— (sa séparation de la strontiane)	II	655
— allotropique	II	648
— anhydre	II	641
— bihydratée allotropique	II	648
— hydratée	II	647
Aluminéthyle	V	1022
Aluminium	II	630
— (son équivalent)	I	50
— (son extraction)	II	635
Aluns	II	668
Alun (état naturel et extraction)	II	671
— (sa fabrication au moyen des schistes alumineux)	II	672
— (sa fabrication au moyen des argiles)	II	674
— d'ammoniaque	II	675
— basique	II	674
— calciné	II	671
— de chrôme	III	497
— — — à base d'ammoniaque	III	500
— — — à base de potasse	III	498
— — — à base de soude	III	500
— de fer	III	203
— de manganèse	III	52
— de potasse	II	669
— de roche	II	671
— de Rome	II	672
— de soude	II	675
— de thallium	III	1398
Alunage	VI	320
Alunite	II	671
Amalgamation de l'argent	III	1193
Amalgames	I	12, III 1103
Amalgame d'ammonium	II	463
— d'argent	III	1171
— de bismuth	III	1104
— de cuivre	III	1104
— d'étain	III	1104
— d'or	III	1225
Amandine	VI	472
Amarante	VI	331
Amarine	V	605
— trinitrée	V	611
Amarone	V	607
Amarythrine	VI	232
Amblygonite	II	435
Ambre gris	VI	564
— jaune	VI	173
— noir	I	759
Ambréine	VI	564
Amendements des terres	VI	883
Amer de Welter	V	979
Améthanes	IV	139
Améthyste	I	1040

	Tom.	Pag.
Améthyste artificielle	II	907
— orientale	II	642
Amides	II 492, IV	503
— (généralités)	IV	130
— (leur fermentation)	V	205
— (tableau des principales)	IV	136
— acides	IV	137
— — (tableau des principales)	IV	139
— basiques	IV	140
— éthyllactique	V	774
— métalliques	IV	524
— neutres	IV	130
Amidin	IV	962
Amidine	IV	962
Amido-azotures de tungstène	III	727
Amidogène	IV 165, V	618
Amidon (généralités)	IV	960
— (propriétés)	IV	978
— (son extraction)	IV	988
— (fermentation alcoolique de l').	V	276
— (grosseur des différents grains d')	IV	974
— des farines	VI	826
Amidonitrophényle	VI	58
Amidures	IV	164
— de cuivre	III	1011
Amines	IV	460
Amin-platammonium	III	1277
Amisatine	VI	222
Ammélide	I	973
Amméline	I	973
Ammiaques	III	1342
Ammonialdéhydé mésityque	IV	211
Ammoniaque	I	384
— (analyse de l')	I	389
— (état naturel — modes de formation de l')	I	391
— (dosage de l')	I 397, II	466
— (son dosage dans les os)	VI	713
— (ses usages)	I	403
— (sa préparation)	I	393
— (son existence dans l'air)	I	320
— (sa séparation de la potasse)	II	466
— (ses combinaisons avec l'acide sulfhydrique)	II	473
— (ses combinaisons avec l'acide carbonique)	II	483
— (ses combinaisons avec l'acide phosphorique)	II	488
— (ses combinaisons avec différents composés binaires)	II	496
— (ses combinaisons avec les acides anhydres)	II	492
— (son action sur les sels)	II	495
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).	IV	35
— liquide	I	388
Ammonium (amalgame d')	II	463
— (théorie de l')	II 460, IV	472
— (objections à la théorie de l').	II	462
Ammoniure de fer	III	189
— de mercure	II	463
Ampéline	VI	79
Amphibole	II	629
Amygdaline	V 145, 303,	594
Amylamine	IV	729
— (action de l'éther amylbromhydrique sur l')	IV	730
Amylaniline	IV 687,	703
Amylate de potasse	V	523
Amylcyaniline	IV	703
Amyle	V 522,	995
— bichloré	V	996
— quadrichloré	V	996
Amylène	V 522, VI	24
— (action de l'acide nitrique sur l')	VI	28
— (action des chlorures de soufre sur l')	VI	28
— binitré	VI	28
— bromé	VI	27
Amyléthylaniline	IV 688,	703
Amyléthylurée	VI	385
Amylglycide	V	904
Amylglycol	V	781
— (son oxydation par l'acide azotique)	V	783
— diacétique	V	783
Amyliaque	V	326
Amylméthylaniline	IV 688,	703
Amylnicotine	IV	633
Amylnitrophénidine	V	987
Amyloïde	IV	968
Amylon	V 210,	268
Amylophosphates	V	526
Amylpipéridine	IV 678,	681
Amylstrychnine	IV	602
Amylthiosinnamine	IV	716
Amylurée	VI 380,	385
Amyrine	VI	171
Analyse chimique des raies du spectre solaire	II	457
— de l'azotate de potasse ou de l'azotate de soude	II	243
— de quelques mélanges gazeux (exemples d')	VI	959
— des matières organiques azotées	IV	74
— d'un mélange de carbonate de potasse, de sulfate de potasse et de chlorure de potassium	II	243
— — — de carbonate de potasse et de carbonate de soude.	II	244

	Tom.	Pag.
Analyse d'un mélange de sulfate de potasse, de chlorure de potassium et de sel marin.	II	244
— élémentaire des substances organiques	IV	51
— — des substances organiques (pratique de l').	IV	63
— — des substances organiques (premier procédé de Gay-Lussac)	IV	54
— — des substances organiques (deuxième procédé de Gay-Lussac).	IV	72
— — des substances organiques (procédé de M. Chevreul)	IV	56
— — des substances organiques (procédé de M. Liebig)	IV	58
— gazométrique	VI	943
— immédiate des parties qui composent un végétal.	IV	776
— organique immédiate	IV	1
— — — (principaux réactifs employés dans l')	IV	11
— qualitative (principes généraux)	III	1501
— spectrale	II	454
Anamirtine	V	827, 924
Anastase	III	824
Anchusine	VI	269
Andalousite	II	680
Anémonine	V	196
Angélanilide	VI	153
Anhydrides	IV	126
Anhydrite	II	569
Anilamides	V	632
Anilamide	VI	142
Aniléine	IV	706
Aniles	IV	513, 690
Anilides	IV	690
Aniline	IV	240, 685
— (préparation)	IV	691
— bichlorée	IV	695
— tribromée	IV	696
— trichlorée	IV	695
Anisamate éthylique	V	685
— méthylique	V	686
Anisamide	V	680
Anisanilide	V	680
Anisate de méthylène	V	681
Anishydramide	V	679
Anisidine	V	689
— binitrée	V	689
— nitrée	V	689
Anisine	V	680
Anisoïne	VI	123
Anisol	V	688
Anisol biazotique	V	689
— monoazotique	V	688
— triazotique	V	689
Anisosalicyle	VI	124
Anthosidérite	III	215
Anthracène	VI	75
Anthracite	I	755, 759
— (ses gisements français)	I	776
Antiarine	V	196
Antichlore	II	387
Antimoine	III	844
— (sa combinaison avec l'hydrogène)	III	878
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	846
— (son alliage avec le fer)	III	880
— (son alliage avec le potassium)	III	879
— (son alliage avec le zinc)	III	880
— (dosage)	III	856
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (sa séparation de l'étain)	III	861
— (sa séparation du cadmium, du zinc, de l'uranium, du cobalt, du nickel, du chrôme, du fer et du manganèse)	III	863
— (sa recherche dans les cas d'empoisonnement)	III	884
— (son équivalent)	I	59
— (extraction)	III	882
— (fleurs argentines d')	III	848
— cru	III	882
— diaphorétique lavé	III	851
— oxysulfuré	II	942
— pur (préparation de l')	III	845
— sulfuré	II	941
Antimoniates	III	849
Antimoniate d'alumine	III	851
— d'ammoniaque	III	851
— d'antimoine	III	852
— d'argent	III	1166
— de baryte	III	851
— de chaux	III	851
— de cobalt	III	852
— de cuivre	III	1027
— de fer	III	851
— de lithine	III	851
— de magnésie	III	851
— de manganèse	III	851
— de mercure	III	1120
— de nickel	III	851
— de plomb	III	957
— de potasse	III	850
— — grenu	III	853
— de soude	III	851
— de strontiane	III	851
— d'uranium	III	852

	Tom.	Pag.
Antimoniate de zinc	III	852
Antimonites	III	847
— artificiels cristallisés	II	1013
Antimoniosulfures	II	946
Antimoniures artificiels cristallisés	II	1004
Antimonyle	III	881
Apatite	II 590, VI	893
Aphanèse	III	1021
Aphromètre	V	441
Apiine	IV	439
Aponévroses	VI	690
Apophyllates	IV	569
Apophyllite	II	985
Aporétine	VI	179
Aposépédine	VI	465
Appareils à déplacement	IV	365
— distillatoires	I	226
— de Marsh	I	684
— de Woulf	I	411
— permanent de désinfection	I	415
Apprêt des étoffes	VI	342
Arabinate de cuivre	IV	814
— de plomb	IV	814
Arabine	IV	813
Arachamide	V	834
Arachate d'ammoniaque	V	833
— d'argent	V	834
— de cuivre	V	834
— de magnésie	V	834
— de potasse	V	833
Arachines	V	832
Aragonite	II 584,	980, 985
Arbre de Diane	III	1171
— de Mars	III	215
— de Saturne	III	920
Arbutine	V	147
Arc voltaïque	I	738
Argent	III	1137
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1140
— (dosage)	III	1144
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	41
— (ses essais par la coupellation)	III	1172
— (son essai à la goutte)	III	1185
— (ses essais par la voie humide)	III	1178
— (métallurgie)	III	1192
— (sa séparation de l'étain)	III	1148
— en coquilles	VI	350
— fulminant	III	1142
— mussif	VI	369
— rouge	II 947, III	1168
— — antimonial	II	948
— — arsenical	II	947
Argentan	III	1042
Argentine	II	584
Argenture	III	1190
— à la feuille	III	1190
— au pouce	III	1190
— galvanique	III	1190
— des glaces	III	1188
Argiles	II	684
Aricine	IV 576,	595
Arrow-root	IV 998, VI	801
Arsendiéthyle	V	1005
Arsénéthyles	V	1004
Arsénéthylium	V	1010
Arséniates (propriétés générales, caractères distinctifs des)	II	137
— (préparation, dosage des)	II	138
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1006
Arséniate d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	490
— — et de soude (double)	II	491
— — et de magnésie (double)	II	626
— d'argent	III	1164
— de baryte	II	522
— de bismuth	III	906
— de cérium	II	749
— de chaux	II 599,	975
— — ammoniacal	II	599
— de chrôme	III	502
— de cinchonine	IV	593
— de cobalt	III	556
— de cuivre	III	1021
— de didyme	II	761
— d'étain	III	814
— de fer (peroxyde)	III	211
— — (protoxyde)	III	211
— de glucine	II	700
— de magnésie	II	626
— de manganèse	III	56
— — — et d'ammoniaque (double)	III	56
— de mercure (deutoxyde)	III	1118
— — — (protoxyde)	III	1118
— de molybdène	III	755
— de nickel	III	525
— de plomb	III	953
— de potasse	II	251
— — — et de soude (double)	II	420
— de soude neutre	II	419
— de strontiane	II	534
— de thallium (peroxyde)	III	1402
— — — (protoxyde)	III	1401
— d'uranium (peroxyde)	III	592
— — (protoxyde)	III	592
— de zinc	III	626
Arsenic	I	669
— (ses combinaisons avec le brôme, l'iode, le fluor)	I	701
— (sa combinaison avec le chlore)	I	699

	Tom.	Pag.
Arsenic (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	697
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	671
— (ses combinaisons avec le sélénium, le phosphore)	I	704
— (ses combinaisons avec le soufre)	I	702
— (son dosage)	I	693
— (son équivalent)	I	45
— natif	II	933
Arséniosulfures (production artificielle des)	II	946
Arséniosulfure de cobalt	III	573
Arsénites (propriétés générales, caractères distinctifs, dosage des)	II	138
Arsénite d'ammoniaque	II	491
— d'argent	III	1164
— de baryte	II	522
— de bioxyde d'étain	III	814
— de chaux	II	600
— de cobalt	III	556
— de cuivre	III	1021
— de fer	III	212
— d'iodure de potassium	II	173
— de magnésie	II	627
— de manganèse	III	57
— de mercure (deutoxyde)	III	1118
— — — (protoxyde)	III	1118
— de nickel	III	526
— de plomb	III	953
— de potasse	II	252
— de quinine	IV	585
— de soude	II	420
— de strontiane	II	534
Arséniures (généralités)	II	110
— d'antimoine	III	879
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1004
— de cobalt	III	551
— de cuivre	III	1009
— d'étain	III	810
— de fer	III	187
— d'hydrogène solide	I	697
— de manganèse	III	46
— de mercure	III	1103
— de palladium	III	1328
— de plomb	III	937
— de potassium	II	190
— de sodium	II	373
— de zinc	III	616
Arsenméthyles	V	1011
Arsenméthyléthylium	V	1013
Arsenmonométhyle	V	1015
Arsentriéthyle	V	1008
Arsentriméthyle	V	1015
Arsines	IV	496
Arsonium	IV	496
Artères	VI	725
Arthrite	VI	704
Asa fœtida	VI	177
Asarine	VI	148
Asclépion	V	196
Asparagine	IV	343
— argentique	IV	345
— cadmique	IV	345
— calcique	IV	345
— chloromercurique	IV	346
— cuivrique	IV	345
— plombique	IV	345
— potassique	IV	345
— zincique	IV	345
Asparamide	IV	343
Aspartates	IV	348
Aspartate d'ammoniaque	IV	349
— d'argent	IV	349
— de baryte	IV	349
— de chaux	IV	348
— de cuivre	IV	349
— de fer	IV	348
— de magnésie	IV	348
— de mercure	IV	349
— de nickel	IV	349
— de plomb	IV	349
— de potasse	IV	348
— de soude	IV	348
— de zinc	IV	348
Asphalte	II	842
Asphodèle (alcool d')	V	427
Assamare	V	12
Assimilation de l'azote par les plantes	VI	763
— du carbone par les plantes	VI	754
— de l'hydrogène par les plantes	VI	762
— des matières organiques par les plantes	VI	793
— de l'oxygène par les plantes	VI	761
Assolements	VI	881
Astrakanite	II	380
Athamantine	VI	148
Atomes	I	4
Atropine	IV	682
Aubier	IV	781
Augite	II	629
Aurate de potasse	III	1210
Auro-poudre	III	1226
Aurosulfite de potasse	III	1211
Austracamphène	VI	96
Australène	VI	96
Aventurine	II	908
— naturelle	I	1040
Avivage des couleurs	VI	342
Avoine (*Avena sativa*)	VI	809
Azaléine	IV 710, VI	282
Azobenzide	VI	46

	Tom.	Pag.
Azobenzide binitré	VI	46
— mononitré	VI	46
Azobenzoïne	V	596
Azobenzoyle	V	697
Azocodéine	IV	563
Azo-érythrine	VI	239
Azokérite	VI	78
Azolitmine	VI	241
Azonaphtylamine	VI	71
Azophénylamine	IV	700
Azotates (propriétés générales)	II	111
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	112
Azotate d'acéto-éthyle	V	376
— d'acide anisamique	V	684
— d'alanine	V	347
— d'alumine	II	666
— d'amidon	IV	982
— ammoniacaux (doubles)	II	477
— ammoniacobaltique	III	563
— d'ammoniaque	II	476
— d'amylène	V	530
— d'antimoine (basique)	III	881
— d'argent	III	1156
— d'asparagine	IV	344
— de baryte	II	513
— benzaméthylique	V	623
— de berbérine	IV	614
— de bioxyde de platine	III	1269
— — — de platine ammoniacal (acide)	III	1278
— — — de platine ammoniacal (neutre)	III	1280
— — — de platine bi-ammoniacal (neutre)	III	1278
— de bismuth	III	902
— — — basiques	III	903
— de bismuthéthyle	V	1060
— de cacodyle	IV	231
— de cadmium	III	652
— de caféine et d'argent	IV	668
— de camphre	V	582
— de caprylamine	IV	732
— de cérium	II	747
— céroso-cérique	V	747
— de chaux	II	559
— de chrôme	III	495
— de cinchonine	IV	592
— de cobalt (protoxyde)	III	551
— — — (sesquioxyde)	III	552
— de codéine	IV	565
— de cœsium	III	1423
— de conine	IV	616
— de cuivre (deutoxyde)	III	1011
— cuminamique	V	656
— de deutoxyde d'azote	I	366
— diamidobenzoïque	V	626
— de didyme	II	759
Azotate d'étain (bioxyde)	III	812
— — (protoxyde)	III	812
— d'éthylamine	IV	721
— d'éthylène-diéthyldiamine	V	741
— de fer (protoxyde)	III	190
— — — (sesquioxyde)	III	191
— de fuscobaltiaque	III	567
— — — grenu	III	567
— de glucine	II	698
— de glycocolle	V	713
— d'indium	III	1429
— de lanthane	II	754
— de lithine	II	446
— de lophine	V	606
— de lutéocobaltiaque	III	566
— de magnésie	II	616
— de manganèse	III	47
— de mercure (deutoxyde)	III	1106
— — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque)	III	1127
— de mercure (protoxyde)	III	1105
— — — basiques	III	1106
— — — neutre	III	1105
— — — (protoxyde ammoniacal)	III	1126
— de mercuroséthyle	V	1079
— de mercurosométhyle	V	1081
— de méthylamine	IV	727
— de méthylène	V	495
— de molybdène	III	754
— de nickel	III	521
— de nicotine et d'argent	IV	630
— de nitropapavérine	IV	574
— de nitrostrychnine	IV	605
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal	III	1280
— d'oxycobaltiaque	III	564
— de palladium	III	1329
— — — ammoniacal	III	1331
— de pipéridine	IV	679
— de platine	III	1269
— — — ammoniacal	III	1274
— — — bi-ammoniacal	III	1276
— de plomb	III	939
— — — (sa combinaison avec l'oxalate de plomb)	IV	159
— de potasse	II	191
— de quinine	IV	579
— de rhodium	III	1320
— de roséocobaltiaque	III	569
— de rubidium	III	1419
— de ruthénium bi-ammoniacal	III	1343
— de sesquiplombéthyle	V	1053
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de soude	II	373
— de stannéthyle	V	1041
— de stibéthyle	V	1067

	Tom.	Pag.
Azotate de stibéthylium	V	1070
— de stibméthylium	V	1074
— de stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1068
— de strontiane	II	531
— — — (sa combinaison avec l'émétique de strontiane)	IV	259
— de strychnine	IV	604
— de tellurométhyle	V	495
— de thallium (peroxyde)	III	1397
— — — (protoxyde)	III	1396
— de théobromine	IV	673
— — — et d'argent	IV	673
— de thialdine	V	346
— de thorine	II	727
— — — et de potasse	II	727
— de tungstène	III	727
— d'uranium	III	587
— d'urée	VI	375, 377
— — et d'argent	VI	377
— — — de chaux	VI	377
— — — de magnésie	VI	377
— — — de mercure	VI	377
— — — de soude	VI	377
— de vanadium	III	773
— d'yttria	II	734
— de zinc	III	618
— de zircone	II	715
Azote	I	291
— (son assimilation dans la végétation)	VI	763
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	384
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	344
— (son équivalent)	I	40
— (séparation et dosage de l')	VI	951
— contenu dans le sang	VI	524
— des farines	VI	827
— de la levûre de bière (son rôle dans la fermentation)	V	234
Azotide benzoylique	V	607
Azotites (propriétés générales des)	II	113
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	114
Azotite d'ammoniaque	II	477
— d'amylène	V	534
— d'argent	III	1159
— de baryte	II	514
— de cadmium	III	652
— de chaux	II	559
— de cuivre	III	1012
— de deutoxyde de mercure	III	1108
— de magnésie	II	617
— de manganèse	III	47
— de nickel	III	522
Azotite d'oxyde de ptéléyde	IV	212
— de palladium et de potasse (double)	III	1329
— de platine	III	1270
— de plomb	III	940
— de potasse	II	209
— de soude	II	374
— de strontiane	II	531
Azotures (généralités)	II	100
— de benzanilidyle et d'hydogène	V	629
— de bore	I	1005
— de chrôme	III	493
— de cuivre	III	1009
— de fer	III	83
— de mercure	III	1103
— de molybdène	III	753
— de nickel	III	521
— de niobium	III	686
— d'osmium	III	1391
— de phosphore	I	652
— de platine	III	1267
— de potassium	II	154
— de soufre	I	569
— — — (ses combinaisons avec le chlorure de soufre)	I	570
— de tantale	III	670
— de titane	III	811
— de tungstène	III	726
— de vanadium	III	773
— de zinc	III	616
Azoxybenzide	VI	45
Azuline	VI	293, 295
Azur	III	558
— de cuivre	III	1021
Azurite	III	1024

B

	Tom.	Pag.
Babeurre	VI	636
Bananier (fibres du)	IV	922
Bandages de roues	III	383
Barbotine	II	850
Barystrontianite	II	535
Baryte	II	499
— (son dosage)	II	505
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	38
— (sa séparation de la potasse, de la soude et de la lithine)	II	507
— sulfatée	II	516, 939
Barytine	II	516
Baryum	II	498
— (son équivalent)	I	45

	Tom.	Pag.
Basalte	II	762
Bases (définition des)	I	8
— (leurs combinaisons avec l'eau)	II	79
— alcalines	I	8
— ammoniacobaltiques (extrait du travail de M. Fremy sur les)	III	559
— ammoniaco-iridiques	III	1312
— ammoniaco-osmiques	III	1302
— ammoniaco-palladiques	III	1330
— ammoniaco-platiniques	III	1272
— ammoniaco-ruthéniques	III	1341
— dérivées de l'essence de moutarde	IV	716
— diatomiques contenant du phosphore et de l'arsenic	V	758
— extraites de l'huile de houille	IV	685
— — — l'opium	IV	553
— d'origine animale	IV	733
— du *Peganum harmala*	IV	610
— organiques (leur formation par la décomposition des substances azotées)	IV	489
— — (leur formation par la réduction des composés azotés)	IV	487
— — (leur formation par la substitution directe des radicaux organiques à l'hydrogène de l'ammoniaque)	IV	479
— oxyéthyléniques	V	728
— phosphorées organiques	IV	734
— roséo-chromique	III	504
Bassorine	IV	814
Batate (*Convolvulus batatas*)	VI	800
— igname jaune	VI	800
— — rouge	VI	800
Battitures de fer	III	79
Baumes	VI	183
— de copahu	VI	169
— du Pérou liquide	VI	184
— de Tolu	VI	186
Bébéerine	IV	612
Bébirine	IV	612
Benjoin	VI	187
Benzamates alcalins	V	620
— d'argent	V	620
— de baryte	V	621
— de chaux	V	621
— éthylique	V	622
— de magnésie	V	621
— méthylique	V	624
— de soude	V	621
— de strontiane	V	621
Benzamide	V	599, 618
— mercurique	V	619
— sulfurée	V	627
Benzanilide	IV	689, V 599, 611, 627
Benzeugényle	VI	150
Benzéthyle	VI	58
Benzhydramide	V	607
Benzhydrol	VI	157
Benzidame	IV	685
Benzidine	VI	46
Benzimide	V	627
Benzine	VI	40
— bibromée	VI	44
— monobromée	VI	43
— monochlorée	VI	42
— tribromée	VI	44
— trichlorée	VI	43
Benzoates	V	616
Benzoate d'amylène	V	618
— d'amylsalicyle	VI	142
— d'éthylsalicyle	VI	141
— d'hydrure de benzoyle	V	609
— de méthylène	V	618
— de méthylsalicyle	VI	139
— d'oxyde de styryle	V	664
— de potasse (action du chlore sur le)	V	617
— de sesquiplombéthyle	V	1054
Benzochlorhydrine	V	897
Benzocumidine nitrée	VI	56
Benzoène	VI	48, 187
Benzoglycol	V	783
— diacétique	V	784
— dibenzoïque	V	784
— divalérique	V	784
Benzoglycolates	V	645
Benzohélicine	V	192
Benzoïnam	V	597
Benzoïnamide	V	596
Benzoïne	V	595
Benzol	VI	40
Benzolactate d'argent	V	772
— de baryte	V	771
Benzolone	V	603
Benzone	V	616, 629
— binitrée	V	629
Benzonitrile	V	616, 626
Benzophénide	V	972
— binitrée	V	972
— trinitrée	V	972
Benzostilbine	V	603
Benzoycines	V	894
Benzoylanilide	V	593
Benzoylbenzoïne	V	596
Benzoyle	V	593
Benzoylurée	VI	388
Benzoyluréide	V	593
Benzylam	V	597
Benzyle	V	596, 597, VI 58
Benzylimide	V	597
Berbérine	IV	613

	Tom.	Pag.
Bergaptène	VI	159
Béryl	II	690
Béryllium	II	688
Berzélite	II 600, VI	356
Béta-cinchonine	IV	589
Béta-orcine	VI	238
Béton	II	841
Betterave (alcool de)	V	423
— (fabrication du sucre de)	V	23
— (son analyse par la saccharimétrie optique)	V	85
Bétuline	VI	189
Beurre	V	931
— (sa fabrication)	VI	636
— d'antimoine	III	866
— — liquide	III	867
— de cacao	V	924
— de coco	V	923
— de muscade	V	924
— de zinc	III	609
Bézoards orientaux	VI	564
Biamylamine	IV	730
Biamylaniline	IV 687,	704
Bi-antimoniate de potasse	III	850
Biborate de soude	II	420
Bibromaniline	IV	696
Bibromanisol	V	688
Bibromhydrate de térébène	VI	91
Bibromindine	VI	224
Bibromisatate de potasse	VI	221
Bibromisatine	VI 217,	220
Bibromisatite de potasse	VI	220
Bibromisatosulfite de potasse	VI	221
Bibromochloraniline	IV	696
Bibromopicro-érythrine	VI	231
Bibromosalicylates	VI	136
Bibromotyrosine	VI	465
Bibromure de mercure	III	1088
— — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque)	III	1126
— de tellure	I	591
— de thallium	III	1393
— de triéthylphosphine	IV	740
Bicarbonate d'ammoniaque	II	486
— de baryte	II	525
— d'oxyde de cœsium	III	1425
— — de rubidium	III	1421
— de potasse	II	231
— de soude	II	410
— — (sa préparation)	II	411
Bicarbure d'hydrogène de Faraday	I	870
Bicétylaniline	IV 687,	804
Bichlorhydrate de cajeputène	VI	152
— de diplatinammine	III	1279
— de platinopyridine	IV	714
— de térébène	VI	90
Bichlorhydrobenzamide	V	603
Bichlorhydro-chloroplatinate de diplatinammine	III	1278
Bichlorindine	VI	224
Bichlorisamate d'ammoniaque	VI	222
Bichlorisatates	VI	219
Bichlorisathyde	VI	223
Bichlorisatine	VI 217,	219
Bichlorisatosulfite de potasse	VI	219
Bichlorohippurate d'argent	V	643
— de baryte	V	643
— de chaux	V	642
— de plomb	V	643
— de potasse	V	642
— de soude	V	642
Bichloroquinon	IV	415
Bichlorosalicine	V	188
Bichlorosalicylates	VI	135
— de méthyle	VI	135
Bichlorosaligénine	V	189
Bichloroxalate d'argent	IV	300
Bichlorure d'anthracène	VI	75
— d'arsenmonométhyle	V	1016
— de carbone	I	919
— de chrôme	III	488
— de cuivre	III	996
— d'étain	III	802
— — (ses combinaisons avec les chlorures métalliques)	III	804
— — (sa préparation, ses usages)	III	804
— d'iridium	III	1309
— de mercure	III	1082
— — — (combinaisons formées par le)	III	1084
— — — (sa combinaison avec l'acétate de cuivre)	IV	195
— — — (précipités formés par l'ammoniaque dans la dissolution du)	III	1124
— de molybdène	III	744
— d'osmium	III	1299
— de palladium	III	1327
— de platine	III	1260
— — — ammoniacal	III	1278
— — — bi-ammoniacal	III	1279
— de ruthénium	III	1340
— de sélénium	I	584
— de soufre	I	573
— de tellure	I	590
— de thallium	III	1392
— de triéthylphosphine	IV	740
— de tungstène	III	719
— de vanadium	III	770
Bichromate de berbérine	IV	614

	Tom.	Pag.
Bichromate de chlorure de potassium	III	469
— de perchlorure de chrôme	III	488
— de potasse	III	468
— de protoxyde de platine bi-ammoniacal	III	1276
— de thallium	III	1403
Bicyamelaniline	IV	698
Bicyanure de platine	III	1265
Bière	V	466
Biéthylamine	IV	722
Biéthylamylamine	IV	724
Biéthylaniline	IV	687, 702
Biéthylchloraniline	IV	695
Bifluorure de mercure	III	1092
— de titane	III	839
Biiodhydrate de térébène	VI	91
Biiodure de mercure	III	1089
— de tellure	I	591
— de triéthylphosphine	IV	740
Bile	VI	554
— (sa composition chimique)	VI	555
— (sa présence dans l'urine)	VI	604
— (ses propriétés physiologiques et ses fonctions)	VI	565
— (corps provenant des transformations de la)	VI	561
— des animaux	VI	565
Bilifulvine	VI	561
Biline	VI	557, 562
Biliphéine	VI	561
Biliverdine	VI	560
Billon	III	1170
Bimalate de chaux	IV	328
Bimellitate d'ammoniaque	II	487
Biméta-antimoniate de potasse	III	853
Bimétatartrates	IV	264
Biméthylamine	IV	727
Binitraniline	IV	700
Binitroarbutine	V	148
Binitrobenzamide	V	633
Binitrobenzine	VI	45
— (action du sulfite d'ammoniaque sur la)	VI	47
Binitrocumène	VI	55
Binitrohydroquinon	V	148
Binitromésitylène	IV	213
Binitrophlorétates	V	182
Binitronaphtaline	VI	69
— bromée	VI	69
Binitrosalicylate de méthyle	VI	138, 140
Binitrotoluène	VI	52
Binitrotyrosine	VI	464
Binitroxanthracène	VI	75
Bioxalate d'ammoniaque (action de la chaleur sur le)	IV	165
Bioxyde d'arsentriéthyle	V	1009
— d'azote	I	369
Bioxyde d'azote (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	22
— de baryum	II	502
— de cacodyle	IV	221
— de calcium	II	547
— de chrôme	III	456
— de cuivre	III	977
— — — (dosage)	III	981
— — — (sa séparation de l'oxyde de bismuth)	III	990
— — — (sa séparation des acides vanadique, molybdique et tungstique)	III	991
— — — (sa séparation de l'acide hyponiobique et de l'acide tantalique, de l'oxyde de cadmium)	III	992
— d'hydrogène	I	285
— d'iridium	III	1306
— de manganèse	III	7
— de mercure	III	1066
— molybdène	III	730
— d'osmium	III	1295
— de palladium	III	1325
— de platine	III	1256
— — — ammoniacal	III	1277
— — — bi-ammoniacal	III	1279
— de rhodium	III	1316
— de ruthénium	III	1335
— de strontium	II	527
— de triéthylphosphine	IV	739
— de triméthylphosphine	IV	741
— de vanadium	III	759
— de zinc	III	601
Biparatartrates alcalins (leurs combinaisons avec l'acide borique)	IV	282
— — (leurs combinaisons avec l'acide arsénieux)	IV	282
Biphosphamide	II	495
Biphosphate d'ammoniaque	II	489
Bipyrotartramide	IV	273
Bisélénite de sesquioxyde de fer	III	208
Bisélénure de triéthylphosphine	IV	736
Bismuth	III	886
— (alliages de)	III	902
— (amalgames de)	III	1104
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	887
— (son dosage)	III	891
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	59

	Tom.	Pag.
Bismuth (son extraction)	III	908
— natif	III	907
— pur (préparation)	III	887
— sulfuré	II	942
Bismuthate de protoxyde de bismuth	III	889
Bismuthéthyle	V	1057
Bismuthtriéthyle	V	1057
Bistre	VI	362
Bisuccinamide	V	878
Bisulfate d'ammoniaque	II	481
— de berbérine	IV	614
— de bioxyde de platine ammoniacal	III	1278
— de chaux	II	577
— d'iodoquinine	IV	577
— mésityque	IV	212
— d'oxyde de cœsium	III	1424
— de potasse	II	220
— de soude	II	385
— de stibméthylium	V	1075
Bisulfhydrate de thiosalicol bibromé	VI	128
Bisulfisathyde	VI	223
Bisulfite de potasse	II	221
— de soude	II	388
Bisulfure amylique	V	530
— d'arsenic	I	702
— de cacodyle	IV	229
— de calcium	II	556
— de cobalt	III	550
— de cuivre	III	1007
— d'étain	III	809
— de fer	III	179
— — — (ses usages)	III	180
— d'hydrogène	I	567
— de manganèse	III	46
— de méthyle	V	490
— de molybdène	III	748
— de platine	III	1266
— de sélénium	I	585
— de tellure	I	592
— de titane	III	840
— de triéthylphosphine	IV	736
— de vanadium	III	772
Bitume	II	842
— élastique	VI	78
— naturels	VI	78
Biuret	VI	389
Bixine	VI	273
Blanc d'argent	III	948
— de baleine	V	964
— de baryte	II	519
— de céruse	III	948
— de fard	III	903
— fixe	II	519
— de Hambourg	III	951
— de Hollande	III	951
Blanc métallique	III	623
— de plomb	III	948
— de Venise	III	951
— de zinc	VI	351
— — (fabrication et usages du)	III	633
Blanchiment des alliages d'argent	III	1169
— des tissus destinés à la teinture et à l'impression	VI	311
Blanquinine	IV	596
Blé (*Triticum*)	VI	810
Blende	II 944, III	615, 632
Bleu au bleu de Prusse	VI	328
— à l'huile de coton	VI	300
— d'aniline	VI	291
— de Campêche	VI	329
— céleste	III	978
— de France	III	141, 148
— d'indigo	VI	325
— de Lyon	VI	290
— de montagne	III 1024,	VI 366
— de Mulhouse	VI	290
— de Paris	VI	299
— pourpre d'indigo	VI	213
— de Prusse	III	150
— — — (son emploi dans la peinture)	VI	364
— — — (sa fabrication au moyen des résidus de la fabrication du gaz de la houille)	III	154
— — — basique	III	156
— — — ordinaire	III	150
— — — soluble	III	156
— de quinoléine ou de chinoline	IV	712
— Raymond	VI	329
— de Saxe	VI	212
— Thenard	III	555
— — (son emploi dans la peinture)	VI	365
— de Turnbull	III	157
Blœdite	II	380
Bois	IV	779
— (propriétés générales)	IV	830
— (tableau de leurs densités)	IV	838
— (sa conservation)	IV	899
— (de la dessiccation à 150° et de la carbonisation à 300° de différentes espèces de bois)	IV	842
— bitumineux	I	759
— carbonisé	IV	839
— de Cuba	VI	270
— fossile	I	759
— jaune	VI	270
— des ruminants	VI	718
Bol d'Arménie (couleur)	VI	361
Borates (propriétés générales, ca-		

	Tom.	Pag.
ractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	143
Borate d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	491
— d'argent	III	1165
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1012
— de baryte	II	525
— de bismuth	III	906
— de cadmium	III	656
— de chaux	II	600
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	558
— de cuivre	III	1025
— d'étain	III	815
— de fer (protoxyde)	III	214
— — — (sesquioxyde)	III	215
— de fluorure de sodium	II	369
— de lithine	II	451
— de magnésie	II	627
— de manganèse	III	57
— de mercure	III	1118
— de méthylène	V	496
— de molybdène	III	756
— de nickel	III	526
— d'oxyde de rubidium	III	1421
— de plomb	III	953
— de potasse	II	252
— de soude (ses combinaisons avec le fluorure de sodium)	II	425
— de soude (acides)	II	425
— — — (neutre)	II	425
— de strontiane	II	536
— de thorine	II	727
— d'uranium (peroxyde)	III	593
— — (protoxyde)	III	592
— de zinc	III	628
Borax	II	420
— (usages)	II	425
— (état naturel, préparation)	II	421
— du commerce (leur essai)	II	426
— octaédrique	II	424
— prismatique	II	422
Bore	I	980
— (sa combinaison avec l'azote)	I	1005
— (sa combinaison avec le brôme)	I	1008
— (sa combinaison avec le chlore)	I	1006
— (ses combinaisons avec le fluor)	I	1009
— (sa combinaison avec l'hydrogène)	I	1004
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	990
— (sa combinaison avec le soufre)	I	1011
— (son équivalent)	I	47
— adamantin	I	986
— amorphe	I	980
— cristallisé	I	986
Bore graphitoïde	I	985
Boréthyle	V	1016
Bormétbyle	V	1018
Bornéène	V 579,	VI 157
Boro-azoture de plomb	III	938
— de zinc	III	616
Borures (généralités)	II	111
Borure de fer	III	187
— de platine	III	1267
Bouches à feu de bronze (fabrication)	III	1039
Boue de platine	III	1288
Bougies de cire (leur fabrication)	V	963
— diaphanes dites de *spermaceti*	V	964
— stéariques (fabrication des)	V	953
— — (leur fabrication par l'acidification et la distillation des corps gras neutres)	V	960
Bouillon	VI	686
Boules de Nancy	IV	254
Bourboulite	III	205
Boutons de pâte céramique	II	868
Brai gras	VI	78
Braise	I	738
Braunite	III	6, 58
Bréane	VI	174
Bréidine	VI	171
Bréine	VI	171
Brésiléine	VI	260
Brésiline	VI	260
Briques	II	858
Briquet à hydrogène	I	203
— oxygénés	II	213
Briquette	I	821
Bromal	V	370
Bromalloxane	VI	400
Bromamidure de thallium	III	1394
Bromaniline	IV	695
Bromaniloïde	IV	696
Bromanisal	VI	122
Bromanisol	V	682
Bromates (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	120
— (propriétés générales des)	II	119
Bromate d'alumine	II	666
— d'ammoniaque	II	479
— d'argent	III	1160
— de baryte	II	514
— de bismuth	III	905
— de cadmium	III	653
— de chaux	II	568
— de chrôme	III	495
— de cobalt	III	553
— de cuivre	III	1012
— de fer (protoxyde)	III	195
— — (sesquioxyde)	III	195

	Tom.	Pag.
Bromate de lithine	II	447
— de magnésie	II	617
— de manganèse	III	54
— de mercure (deutoxyde)	III	1109
— — — (sa combinaison avec l'ammoniaque)	III	1127
— de mercure (protoxyde)	III	1109
— de nickel	III	522
— de plomb	III	943
— de potasse	II	216
— de soude	II	391
— de strontiane	II	532
— de thallium	III	1403
— d'uranium (peroxyde)	III	588
— de zinc	III	619
Brôme	I	445
— (son dosage)	I	447
— (son dosage en chimie organique)	IV	85
— (son équivalent)	I	43
— (sa combinaison avec l'azote)	I	453
— (sa combinaison avec le chlore)	I	453
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	449
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	448
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	20
Broméine	VI	44
Bromeuxanthone	VI	268
Bromhélicine	V	191
Bromhydrate d'acide benzamique	V	622
— d'ammoniaque	II	470
— d'amylène	V	528
— de biamylamine	IV	730
— de biéthylamine	IV	722
— de bromopapavérine	IV	574
— de bromure de silicium	I	1051
— de cacodyle basique	IV	222
— de camphène	VI	98
— d'éthylaniline	IV	701
— d'éthylène-phénylamine	IV	705
— de méthylamine	IV	727
— de méthylène	V	486
— de strychnine	IV	604
— de triéthylamine	IV	722
Bromhydrines	V	806
Bromhydrine hexaglycérique	V	809
Bromhydrodichlorhydrine	V	810
Bromisatate de potasse	VI	220
Bromisatine	VI	217, 220
Bromitriconates	IV	313
Bromobenzoates	V	630
Bromocodéine	IV	562
Bromocoménates	IV	406
Bromoforme	V	504
Bromomercurate de cacodyle	IV	227
Bromonitrophillygénine	V	177
Bromonitrophillyrine	V	176
Bromopapavérine	IV	574
Bromorcine	VI	236
Bromosalicylamide	VI	142
Bromosalicylate d'éthyle	VI	135
— de méthyle	VI	135
Bromotérébène	VI	92
Bromoxaforme	IV	300
Bromures (leurs caractères distinctifs)	II	87
— (préparation, dosage des)	II	37
— (propriétés générales des)	II	86
Bromure d'acétyle	IV	200
— d'acides organiques (généralités)	IV	125
— d'allyle	V	565, 998
— d'allylène	VI	37
— d'aluminium	II	661
— d'amylène	VI	27
— — bromé	VI	28
— d'anisyle	V	680
— d'anthracène	VI	75
— d'antimoine	III	868
— d'argent	III	1151
— d'arsénéthylium	V	1011
— d'arsenic	I	701
— d'arsentriéthyle	V	1009
— artificiels cristallisés	II	996
— d'azote	I	453
— de baryum	II	509
— de benzoyle	V	600
— de bismuth	III	896
— de bore	I	1008
— de bromethyl-triéthylarsonium	V	755
— de butylène	VI	23
— — — bibromé	VI	23
— — — monobromé	VI	23
— de cacodyle	IV	226
— de cacoplatyle	IV	226
— de cadmium	III	649
— de cajeputène	VI	152
— de calcium	II	553
— de caprylène	VI	31
— de carbone	I	921
— de cétyle	V	558
— de chloréthose	I	917
— de chloroxéthose	V	371
— de chrôme	III	489
— de cinnamène	VI	59
— de cobalt	III	546
— de crotonylène	VI	38
— de cuivre	III	998
— de cuminyle	V	651
— de cyanogène	I	967
— de diamylène	VI	32
— d'essence de térébenthine	VI	88

	Tom.	Pag.
Bromure d'étain	III	805
— d'éthylammonium	V	739
— d'éthylène	V	733
— d'éthylidène	V	343
— de fer	III	125
— de glucinium	II	696
— de lithium	II	444
— de magnésium	II	614
— de manganèse	III	43
— de mercuroséthyle	V	1078
— de molybdène	III	746
— de naphtaline (tableau des)	VI	66
— de nickel	III	516
— de niobium	III	684
— de palladium	III	1327
— — — ammoniacal	III	1331
— — — bi-ammoniacal	III	1332
— de phosphore	I	452
— de platine	III	1262
— — — bi-ammoniacal	III	1275
— de plomb	III	931
— de potassium	II	171
— de propylène	VI	19
— — — bromé	V	809
— de rubidium	III	1418
— de salicyle	VI	128
— — — bromé	VI	128
— de sélénium	I	585
— de sesquiplombométhyle	V	1056
— de sesquistanméthyle	V	1051
— de sesquistannéthyle	V	1045
— de silicium	I	1051
— de sodium	II	368
— de soufre	I	576
— de stanméthyle	V	1050
— de stannéthyle	V	1040
— de stibéthyle	V	1065
— de stibéthylium	V	1070
— de stibméthylium	V	1073
— de stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1069
— de strontium	II	530
— de tantale	III	669
— de tellurométhyle	V	494
— de thallium	III	1393
— de thorium	II	725
— de titane	III	838
— de triéthylphosphonium bromé-thylique	V	747
— — — brométhylique (action de l'ammoniaque sur le)	V	750
— — — brométhylique (action de la méthylamine, de la triméthylamine et de l'éthylamine sur le)	V	751
Bromure de triméthylammonium	IV	728
— de triméthyl-brométhyl-ammonium	V	744
— de tungstène	III	721
— de valérylène	VI	38
— de vanadium	III	771
— de zinc	III	611
— de zirconium	II	712
Bronze	III	1035
— (analyse)	III	1043
— (composition de différents)	III	1036
— (couleur)	VI	333, 369
— blanc	VI	369
— d'aluminium	III	1029
— des bouches à feu	III	1038
— des tamtams et des cymbales	III	1041
Brucine	IV	607
— bromée	IV	608
Bruns d'aniline	VI	292
— d'indigo	VI	204
— marron	VI	333
— Van Dyck	VI	361
Bryoïdine	VI	171
Bryonine	V	149
Bryonitine	V	149
Bryorétine	V	149
Buches économiques	I	760
Burette alcolimétrique	II	237
Butylamine	IV	731
Butyle	V	536, 994
— amyle	V	1000
— caproyle	V	1000
Butylène	V	536, VI 22
— (séparation et dosage)	VI	956
— bibromé	VI	24
— bromé	VI	23, 24
— chloré	VI	23
Butylglycol	V	779
— diacétique	V	781
Butylmercaptide de mercure	V	578
Butyral	V	511
— bichloré	V	511
— monochloré	V	511
— quadrichloré	V	512
Butyraldéhyde	V	511
Butyramide	V	822
Butyranilide	V	816
Butyrates	V	819
— de méthylène	V	822
— d'argent	V	821
— de baryte	V	820
— de chaux	V	820
— de cuivre	V	821
— de fer	V	820
— de magnésie	V	820
— de mercure	V	821
— de plomb	V	821
— de potasse	V	820

	Tom.	Pag.
Butyrates de soude	V	820
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de stanméthyle	V	1051
— de zinc	V	820
Butyrène chloré	V	511
Butyrines	V	814
Butyroacétate de glycol	V	765
— d'oxyde d'éthylène	V	765
Butyrone	V	823
Butyronitrile	V	823
Butyrylurée	VI	388

C

	Tom.	Pag.
Cacao	VI	833
Cacaoyer (*Theobroma cacao*)	VI	833
Cachou	VI	272
Cachutates	IV	381
Cacodylates	IV	222
— d'argent	IV	223
— de cuivre	IV	223
— de fer	IV	223
— de mercure	IV	223
— de potasse	IV	222
— de soude	IV	223
Cacodyle	IV	218
— et ses dérivés (généralités)	IV	216
— éthylique	V	1005
Cacothéline	IV	607
Cadmies	III	633
Cadmium	III	644
— (ses propriétés)	III	644
— (son dosage)	III	647
— (son équivalent)	I	57
— (son extraction)	III	657
Café	IV 670,	VI 837
— (ses falsifications)	VI	837
Caféine	IV	666
— (action du chlore et de l'acide azotique sur la)	IV	669
Caféone	IV	671
Cafétannates	IV	383
Caillé	VI	619
Caillot du chyle	VI	679
— du sang	VI	499
Caïncates	IV	419
Cajeputène	VI	152
Calamine	III	631
Calcaires (résultats des analyses des)	II	803
— argileux ou siliceux (leur analyse)	II	771
— saccharoïdes et compactes	II	586
Calcédoines	I	1040
Calcium	II	537
— (son équivalent)	I	49
Calculs arthritiques	VI	704
— biliaires	VI	563
— intestinaux	VI	578
— muraux	V	145
— salivaires (analyse de différents)	VI	546
— urinaires	VI	611
— — cystiques	VI	612
— — fibrineux	VI	612
— — muraux	VI	612
— — phosphatiques	VI	611
— — siliceux	VI	613
— — uriques	VI	611
— — xanthiques	VI	612
Caléfaction de l'acide sulfureux	I	513
Callosités	VI	672
Calomel	III	1080
Calomélas	III	1080
Calorie	IV	832
Calorimètre	I	765
Calstron baryte	II	535
Cambium	IV	801
Caméléon minéral	III	10
Camphène	VI	94
— inactif	VI	96
Camphilène	VI	94
Camphols	V	578
Camphol artificiel	V	579
— chlorhydrique (dérivé de l'alcool camphorique du succin)	V	490
Campholate de potasse	V	585
Campholène	V	585
Campholone	V	585
Camphoramide	IV	138
Camphoranile	V	584
Camphorimide	V	584
Camphorine	V	896
Camphre artificiel	IV 25, V 587,	VI 83
— — de térébenthine	VI	94
— de Bornéo	V	578
— de garance	V	587
— de succin	V	588
— ordinaire	V	581
Camphrone	V	581
Canimarine	IV	607
Cannes à sucre (leur analyse par le saccharimètre)	V	83
Caoutchène	VI	114
Caoutchine	VI	119
Caoutchouc	VI	113
— (son traitement industriel)	VI	117
— des huiles	V	918
— volcanisé	VI	116
Capramide	V	936
Caprates	V	936
Caprine	V	931
Caproates	V	934

	Tom.	Pag.
Caproate d'amylène	v	935
— d'argent	v	934
— de baryte	v	934
— de chaux	v	934
— de méthylène	v	935
— de potasse	v	934
— de soude	v	934
— strontiane	v	934
Caproïne	v	931
Caproyle	v	996
Caproyliaque	v	538
Caprylamine	iv	732
Caprylates	v	937
— de méthylène	v	938
Capryle	v	552, 996
Caprylène	vi	30
— quintichloré	vi	31
Caprylone	v	938
Capsules fulminantes (fabrication)	iii	1111
Caramel	v	12
Caramélan	v	12
Caramélane	v	13
— de glucose	v	60
Caramélate de baryte	v	12
Caramélène	v	13
— de glucose	v	60
Caraméline	v	13
— de glucose	v	60
Carbamide	i	824, ii 494
Carbanilamide	v	632
Carbanilate de potasse	v	632
Carbanilide	iv	689
Carbazotates	v	980
Carbocumidine	vi	55
— sulfurée	vi	55
Carbonates	ii	936
— (caractères distinctifs des)	ii	139
— (préparation, dosage des)	ii	140
— (propriétés générales des)	ii	138
— artificiels cristallisés (liste des)	ii	1007
— d'alumine	ii	680
— d'ammoniaque (usages des)	ii	487
— — anhydre	ii	483
— — neutre	ii	483
— — des pharmacies	ii	484
— d'argent	iii	1165
— de baryte	ii	522
— de bismuth tribasique	iii	906
— de cadmium	iii	656
— de cérium (protoxyde)	ii	749
— céroso-cérique	ii	749
— de chaux	ii	580
— — — (état naturel)	ii	582
— — — cristallisé	ii	583
— — — fibreux	ii	586
— — — hydraté	ii	588
— — — terreux	ii	588
— — — et de baryte	ii	589
Carbonate de chaux et de soude (double)	ii	589
— de chrôme	iii	502
— de cinchonine	iv	593
— de cobalt	iii	556
— de cuivre	iii	1022
— — — bibasique	iii	1023
— — — neutre	iii	1024
— — — sesquibasique hydraté	iii	1023
— de didyme	ii	761
— d'étain	iii	814
— d'éthylamine	iv	721
— de fer	iii	223
— — — (protoxyde)	iii	213
— — — (peroxyde)	iii	214
— — — (analyse des)	iii	407
— de glucine	ii	700
— — — et d'ammoniaque (double)	ii	701
— de guanidine	vi	389
— d'indium	iii	1429
— de lanthane	ii	754
— de lithine	ii	449
— de magnésie basique	ii	622
— — — neutre	ii	621
— de manganèse	iii	57
— de mercure (deutoxyde)	iii	1117
— — — (protoxyde)	iii	1117
— de mercuroséthyle	v	1080
— de méthylamine	iv	727
— de nickel	iii	526
— d'oxyde d'allyle	v	575
— — de cœsium	iii	1424
— — de rubidium	iii	1420
— de palladium	iii	1330
— de plomb	ii	974, iii 947
— — — et de soude (double)	ii	973
— de potasse	ii	224
— — — neutre	ii	224
— — — et de soude (double)	ii	415
— de protoxyde de palladium ammoniacal	iii	1331
— — — de platine biammoniacal	iii	1276
— — — de ruthénium biammoniacal	iii	1343
— — — de thallium	iii	1402
— de quinine	iv	585
— de sesquiplombéthyle	v	1053
— de soude	ii	393
— — — (sa fabrication)	ii	395
— — — (ses hydrates)	ii	394
— de stibdiamyle	v	1077
— de strontiane	ii	535
— de strychnine	iv	605
— de thorine	ii	277
— d'uranium	iii	592

	Tom.	Pag.
Carbonate d'urée	VI	378
— de zinc basiques	III	627
— — — neutre	III	627
— de zircone	II	716
Carbone	I	705
— (son assimilation dans la végétation)	VI	754
— (ses combinaisons avec l'azote)	I	913
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	921
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	914
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	860
— (ses combinaisons avec l'iode)	I	922
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	822
— (ses combinaisons avec le phosphore)	I	936
— (sa combinaison avec le sélénium)	I	936
— (ses combinaisons avec le soufre)	I	922
— (son équivalent)	I	47
Carbonisation en meules	I	728
Carbonyle	IV	467
Carbostyryle	V	672
Carbothialdine	V	343, 346
Carbures (généralités)	II	111
— d'argent	III	1156
— artificiels cristallisés	II	1003
— de cérium	II	747
— de cuivre	III	1010
— de fer	III	85
— d'hydrogène	VI	1
— d'iridium	III	1311
— de lanthane	II	753
— de manganèse	III	46
— de nickel	III	521
— de palladium	II	1328
— de platine	III	1267
— de plomb	III	937
— de silicium	I	1059
— de zinc	III	616
— de zirconium	II	715
Carie des os	VI	704
Carmin	VI	257
— bleu	VI	367
— de cochenille	VI	358
— à la colle	VI	359
— de garance	VI	361
— d'indigo	VI	212
Carminaphte	VI	60
Carmine	VI	257
Carotine	VI	273
Carotte (*Daucus carota*)	VI	805
— (matière colorante de la)	VI	273
Carpholite	III	59
Carreaux	II	859
— incrustés	II	860
Carthamine	VI	261
Cartilages	VI	691
Carvacrol	VI	155
Carvène	VI	155
Carvol	VI	155
Caryophylline	VI	149
Cascarilline	V	197
Caséine	VI	460
— (action de la potasse sur la)	VI	462
— végétale	VI	471
Cassonade	V	36
Castine	III	229
Castoréine	VI	668
Castoréum	VI	668
Catéchine	VI	381
Cathartine	V	197
Cédrène	VI	147
Cédrine	V	197
Célestine	II	533
Cellules corticales (leurs caractères chimiques)	IV	765
— — des végétaux (composition des)	IV	788
— épidermiques (leurs caractères chimiques)	IV	764
— subéreuses (leurs caractères chimiques)	IV	765
— — des végétaux (composition des)	IV	788
Cellulose	IV	743, 967
— de la levûre de bière (son origine pendant la fermentation)	V	233
Cémentation	III	344
— inverse	III	347
Cendres (essai alcalimétrique des)	II	241
— (leur emploi dans l'agriculture)	VI	899
— bleues naturelles, artificielles	III	1024
— du lait	VI	623
— des plantes (composition)	IV	871
— des végétaux (composition)	IV	850
— vertes (couleur)	VI	370
Céréaline	IV	1017
Cérébrine	VI	732
Cérine	V	940
Cérium	II	737
— (son équivalent)	I	53
Céroléine	V	941
Cérosie	V	942
Cérotate d'oxyde de cérotyle	V	561, 942
Cérotène	V	561, VI 33
Cérotine	V	560
Céroxyline	V	942
Cerumen des oreilles	VI	649
Céruse	III	948, VI 352

	Tom.	Pag.
Céruse (sa fabrication)	III	948
— d'antimoine	VI	353
Cerveau	VI	731
Césarine	IV	814
Cétène	V 556, VI	32
Cétine	V	560
Cétylaniline	IV 687,	704
Cétylate de soude	V	556
Cétyloxanthate de potasse	V	557
Cétylphényliaque	V	558
Chabasie	II	985
Chair musculaire	VI	682
Chaleur (son action sur les oxalates)	IV	149
— (son action sur les substances organiques)	IV	3
— centrale	I	126
— spécifiques (tableau des)	I	29
Chalkolite	III	592
Chalumeau (description et emploi)	I	338
— (essais au)	III	1510
— (essais des substances sans réactifs au)	III	1511
— (essais des substances avec réactifs au)	III	1518
— (caractères qui permettent de reconnaître l'acide d'un sel au moyen du)	III	1523
— (caractères qui permettent de reconnaître les métaux au moyen du)	III	1525
— (colorations obtenues au)	III	1515
— (règles générales dans les analyses qualitatives au)	III	1511
Chamoiserie	IV	396
Châno-blanco ou moray	VI	797
Chanvre (*Cannabis sativa*)	IV	919
Charbon (propriétés générales du)	I	736
— (son pouvoir décolorant)	I	739
— (son état dans les aciers cémentés)	III	349
— aluminé		752
— animal	I	751
— de bois	I	727
— — — (composition du)	IV	846
— de Paris	I	733
— métallique	I	724
— platiné	I	747
— sulfurique	VI	249
Charrée	II 225, VI	899
Chaulage des terres	VI	883
Chaux	II	539
— (son dosage)	II	548
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son dosage dans les os)	VI	712
— (son emploi comme peinture blanche)	VI	351
Chaux (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	38
— (son extraction)	II	541
— (sa présence dans le règne végétal)	IV	872
— d'argent	III	1233
— carbonatée lamelleuse	II	584
— — nacrée	II	584
— éteinte	II	540
— fluatée	II 940,	986
— grasse	II	540
— hydrauliques	II	765
— — (leur analyse)	II	776
— — (résultats des analyses des)	II	803
— — (résultats numériques d'analyses de)	II	836
— — (théorie de leur durcissement)	II	766
— hydraulique artificielle	II	769
— métallique (son emploi dans la peinture)	VI	361
— potassée (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	31
— vive	II	540
Chélérythrine	IV 575,	682
Chélidonate d'ammoniaque	IV	420
— d'argent	IV	421
— de baryte	IV	420
— de chaux	IV	421
— de fer	IV	421
— de magnésie	IV	421
— de plomb	IV	421
— de potasse	IV	420
— de soude	IV	420
— de strontiane	IV	420
Chélidonine	V	575
Chélidoxanthine	VI	197
Cheveux	VI	673
— (leur composition chimique)	VI	674
Chicha	VI	817
Childrénite	II	677
Chimie animale	VI	371
— végétale	VI	740
Chinoline	IV	711
Chinovine	IV	418
Chitine	VI 486,	719
Chloracétamide	IV	208
Chloracétates	IV	205
— d'argent	IV	205
— de potasse	IV	205
Chloracétine du glycol	V	765
Chloracétyphide	IV	201
Chloracides (définition des)	I	12
Chloral	V	368
— insoluble	V	368
— mésitique	V	354

	Tom.	Pag.
Chloralbine	V	973
Chloralide	V	368
Chloraloïle	VI	272
Chloramidure de mercure	III	1124
— de phosphore	I	661
— de thallium	III	1392
Chloramylal	V	522
Chloranil	VI	226
Chloranilam	VI	226
Chloranilamide	VI	226
Chloranile	IV 694, VI	129
Chloraniline	IV	694
Chloranisal	VI	122
Chloranthracène	VI	75
Chlorantimoniure de coumarine	VI	144
Chlorates (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	115
— d'ammoniaque	II	478
— d'argent	III	1159
— de baryte	II	514
— de berbérine	IV	614
— de bismuth	III	905
— de cadmium	III	653
— de chaux	II	559
— de cinchonine	IV	592
— de cobalt	III	552
— de cuivre	III	1012
— de fer (protoxyde)	III	194
— — — (sesquioxyde)	III	194
— de lithine	II	446
— de magnésie	II	617
— de manganèse	III	54
— de mercure (deutoxyde)	III	1108
— — — (protoxyde)	III	1108
— de morphine	IV	560
— de nickel	III	522
— d'oxyde de rubidium	III	1419
— de plomb	III	942
— de potasse	II	209
— de quinine	IV	579
— de soude	II	391
— de strontiane	II	532
— de strychnine	IV	605
— d'uranium	III	588
— de zinc	III	619
Chloraurate de bébéerine	IV	613
— de caféine	IV	668
— d'éthylconine	IV	618
— d'éthylméthylconine	IV	618
— d'éthylnicotine	IV	633
— de méthylamine	IV	727
— de méthylnicotine	IV	632
Chlorazol	VI	470
Chlore	I	404
— (combinaisons avec l'azote)	I	443
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	428
Chlore (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	416
— (son dosage)	I	415
— (son dosage en chimie organique)	IV	84
— (son équivalent)	I	41
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	14
— (principales familles du règne végétal qui contiennent du)	IV	864
— (usage du)	I	415
— hydraté	I	406
Chloréthose	I	917
Chloreuxanthone	VI	268
Chlorhélénine	VI	148
Chlorhélicine	V	190
Chlorhydrate d'acétamide	IV	202
— d'acide anisamique	V	684
— — aspartique actif	IV	347
— — benzamique	V	621
— — cuminamique	V	656
— — toluamique	V	648
— d'alanine	V	347
— d'amarine	V	606
— d'ammoniaque	II	467
— — (état naturel, préparation du)	II	468
— — et chlorure de platine	III	1263
— d'amylamine	IV	729
— d'amylène	V	528
— d'anisamate méthylique	V	686
— d'anisine	V	680
— d'asparagine	IV	344
— de bébéerine	IV	613
— benzaméthylique	V	623
— de berbérine	IV	614
— de cacodyle basique	IV	221
— de caféine	IV	667
— de caprylamine	IV	733
— de cétène	V	556
— de chlorocinchonine	IV	591
— de chlorure d'or	III	1248
— — — de silicium	I	1049
— de chrôme	III	486
— de cinchonine	IV	591
— de codéine	IV	565
— de colophène	VI	93
— de conine	IV	616
— diamidobenzoïque	V	629
— de dioxéthylénamine	V	729
— de diplatinammine	III	1270
— d'éther anisamique	V	686
— d'éthylamine	IV	721
— d'éthylaniline	IV	701
— d'éthylconine	IV	616
— de fibrine	VI	449
— de fuscobaltiaque	III	568

	Tom.	Pag.
Chlorhydrate de fuscobaltiaque grenu	III	568
— de glycocolle	V	713
— d'iodonicotine	IV	631
— de lophine	V	606
— de lutéocobaltiaque	III	566
— de mélaniline bichlorée	IV	698
— de mésitène	V	479
— de méthylamine	IV	726
— de méthylène	V	485
— — — (action du chlore sur le)	V	485
— — — (action du phosphure de calcium sur le)	V	486
— de morphine	IV	560
— de narcotine	IV	570
— de nicotine	IV	629
— d'oxycobaltiaque	III	565
— de pipéridine	IV	679
— de pipérine	IV	677
— de quinine	IV	578
— de roséocobaltiaque	III	570
— de strychnine	IV	604
— de thébaïne	IV	573
— de théobromine	IV	673
— de thialdine	V	346
— de triéthylphosphine	IV	736
— de trioxéthylénamine	V	728
— de tungstène	III	728
— d'urée	VI	376
Chlorhydrines	V	803
— du glycol	V	705
Chlorhydrodibromhydrine	V	810
Chlorhydrure de cyanogène	I	953
Chlorindine	VI	224
Chloriridiate de quinine	IV	578
Chlorisatates	VI	219
Chlorisathyde	VI	223
Chlorisatine	VI	217, 218
Chlorisatosulfite de potasse	VI	219
Chlorite (son analyse)	III	406
Chlorites (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	118
Chlorite d'ammoniaque	II	479
— d'argent	III	1160
— de baryte	II	514
— de plomb	III	942
— de potasse	II	215
— de soude	II	391
— de strontiane	II	532
Chlorobenzamide	V	634
Chlorobenzoates	V	630
Chlorobenzoate d'oxyde d'éthylène	V	766
Chlorobenzoïne du glycol	V	766
Chlorobenzol	V	609, 784
Chlorocaféine	IV	669
Chlorocamphène	VI	97
Chlorocaprylal	V	543
Chlorocarbéthamide	IV 208, V	401
Chlorocinnose	V	667
Chlorocodéine	IV	562
Chlorocolophène	VI	94
Chlorocoménates	IV	406
Chlorocuminol	V	651
Chlorocyanamide	I	966
Chlorocyanilide	IV	689
Chlorocyanure de fer	III	175
Chlorodibromaniline	IV	695
Chloroforme	V 485,	502
— (son emploi comme réactif de l'iode)	I	459
Chlorogénine	VI	251
Chloroginate de caféine et de potasse	IV	668
Chloroiodure d'éthylène	V	734
— de propylène	VI	20
Chloro-iridiates	III	1308
Chloromercurates	III	1084
— de bébéerine	IV	613
— de cacodyle	IV	225
— de caféine	IV	667
— de cinchonine	IV	591
— de conine	IV	616
— de diéthylconine	IV	619
— d'éthylconine	IV	619
— d'éthylméthylconine	IV	618
— d'éthylnicotine	IV	633
— de méthylamine	IV	727
— de méthylnicotine	IV	632
— de morphine	IV	560
— de narcotine	IV	570
— de nicotine	IV	629
— de pipérine	IV	677
— de quinine	IV	578
— de théobromine	IV	673
Chloromaléates	IV	272
Chloromésitylène	IV	213
Chlorométrie	II	564
Chloronicéamide	V	617
Chloronicine	V	617
Chloronitrophillygénine	V	177
Chloropale	III	223
Chloronitrophillyrine	V	176
Chloropalladite d'éthylnicotine	IV	633
Chlorophane	II	554
Chlorophénol	V	973
Chlorophosphate de plomb	III	951
— de salicyle	VI	139
— d'azote	I	654
Chlorophylle	IV	805
Chlorophyllite	II	678
Chloropicrine	V	986
Chloroplatinates (divers)	III	1262
— d'acide anisamique	V	684
— — enzamiques	V	622

	Tom.	Pag.
Chloroplatinate d'acide cuminamique	V	656
— d'ammoniaque	III	1262
— d'amyltriéthylammonium	IV	724
— d'anisamate méthylique	V	686
— d'anisine	V	680
— de bébéerine	IV	613
— benzaméthylique	V	623
— de berbérine	IV	614
— de cacodyle	IV	225
— de caféine	IV	667
— de cinchonine	IV	594
— de codéine	IV	565
— de cœsium	III	1423
— de conine	IV	616
— de diéthylconine	IV	619
— d'éther anisamique	V	686
— d'éthylaniline	IV	701
— d'éthylconine	IV	618
— d'éthylméthylconine	IV	618
— d'éthylnicotine	IV	632
— de méthylamine	IV	726
— de méthylnicotine	IV	631
— de méthylpipéridine	IV	680
— de morphine	IV	560
— de narcotine	IV	570
— de nicotine	IV	629
— d'oxyde de tétraméthylammonium	IV	728
— de phosphamyltriméthylium	IV	742
— de pipéridine	IV	679
— de pipérine	IV	677
— de potassium	III	1261
— de quinine	IV	578
— de rubidium	III	1418
— de sodium	III	1261
— de théobromine	IV	673
— de triéthylphénylammonium	IV	702
— de triéthylphosphine	IV	736
Chloroplatinite de diplatosammine	III	1273
— de nicotine	IV	629
Chloroquinon	IV	415
Chlororcéine	VI	237
Chlorosalicine	V	188
Chlorosalicylamide	VI	142
Chlorosalicylites	VI	127
Chlorosaligénine	V	188
Chlorostyracine	V	666
Chlorosuccide	V	878
Chlorosuccilamide	V	880
Chlorosulfure de carbone	I	933
— de phosphore	I	660
— de plomb	III	931
— de silicium	I	1047
Chlorotérébène	VI	91
Chloroxaméthane	V	406
Chloroxéthamide	V	406
Chloroxéthose	V	371
Chloroxyde de phosphore	I	660
Chloroxynaphtalates	VI	72
Chlorures (propriétés générales des)	II	83
— (caractères distinctifs des)	II	84
— (leur dosage)	II	85
— (leur préparation)	II	85
— d'acétyle	IV	198
— d'acides organiques (généralités)	IV	125
— d'aconityle	IV	303
— d'aluminium	II	656
— — et de sodium (double)	II	660
— ammoniacaux (doubles)	II	570
— ammoniacobaltique	III	563
— d'anisyle	V	686
— d'argent	III	1149
— d'arsénéthylium	V	1011
— d'arsenic	I	699
— d'arsénméthyléthylium	V	1013
— d'aurophosphéthylium	IV	739
— d'azote	I	443
— de baryum	II	507
— — — normal	II	242
— de bényle	VI	12
— de benzanilidyle	V	628
— de benzine	VI	43
— de benzoyle	V	594, 599
— — — nitré	V	631
— de benzyle	V	597
— de bismuth	III	895
— de bismuthéthyle	V	1060
— de bore	I	1006
— de brôme	I	455
— de butylène	VI	23
— — — chloré	VI	23
— de butyryle	V	817
— de cacodyle et de cuivre	IV	221
— de cacoplatyle	IV	225
— de cadmium	III	646
— de cajeputène	VI	152
— de calcium	II	551
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	40
— — — (sa combinaison avec le lactate de chaux)	IV	358
— de cétyle	V	556, 557
— de chaux	II	560
— — — (préparation)	II	561
— de chloréthose	I	917
— de chlorobenzoyle	V	600, 633
— de chloromaléïle	IV	272
— de cinnamène	VI	59
— de cinnamyle	V	671
— de cobalt	III	545
— de cœsium	III	1422

	Tom.	Pag.
Chlorure de crésyle	V	988
— de cuivre ammoniacaux	III	995, 996
— de cuminyle	V	651, 652
— cumyle	V	650
— de cyanogène gazeux	I	963
— — — liquide	I	964
— — — solide	I	966
— de cyményle	VI	57
— de cytrile	IV	301
— décolorants	I	415, 428, II 560
— de décyle	VI	12
— de didyme	II	759
— de diéthylène-diéthyltriamine	V	741
— de duodécyle	VI	12
— d'essence de térébenthine	VI	87
— d'éthylamine et de platine	IV	721
— d'éthylène perchloré	I	915
— d'éthylidène	V	343
— de fer	III	120
— de fumaryle	IV	325
— de fusyle	VI	28
— de glucinium	II	695
— d'hexyle	VI	10
— — bichloré	VI	10
— — monochloré	VI	10
— — pentachloré	VI	10
— — trichloré	VI	10
— d'hydroquinon	IV	413
— d'indium	III	1428
— d'iridium	III	1307
— de lactyle	IV	357
— de lanthane	II	753
— de lithium	II	443
— de magnésium	II	613
— de manganèse	III	41
— de mercure et d'urée	VI	376
— de mercuroséthyle	V	1078
— de mercurosométhyle	V	1081
— de mésityle	IV	212
— de méthyle	V	485
— — — perchloré	I	919
— de molybdène	III	742
— de naphtaline (tableau des)	VI	66
— de naphtylsulfureux	VI	73
— de nickel	III	516
— de niobium	III	683
— de nitrobenzoyle	V	610
— de nonyle	VI	11
— de nonylène	VI	31
— obtenus artificiellement à l'état cristallisé	II	996
— de palladium ammoniacal	III	1330
— de pélargyle	V	886
— de phényle	V	986
— — — binitré	V 986,	VI 42
— de plomb	III	929
— — — (sa combinaison avec l'acétate de plomb)	IV	194
Chlorure de potassium	II	170
— — — (préparation, état naturel, usages du)	II	171
— — — et de platine (double)	III	1261
— de propylène	VI	19
— de pyrocitryle	IV	313
— de rubidium	III	1418
— de salicyle	VI	126
— — — liquide	VI	127
— — — solide	VI	127
— de sesquiplombamyle	V	1057
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquiplombométhyle	V	1055
— de sesquistanméthyle	V	1051
— de sesquistannéthyle	V	1044
— de silicium	I	1047
— de sodium	II	350
— — — (son extraction par la gelée, ses usages)	II	368
— — — et de platine (double)	III	1261
— — — et d'urée	VI	376
— de soufre	I	575
— — — intermédiaire	I	574
— de stanméthyle	V	1050
— de stannéthyle	V	1040
— de stibéthyle	V	1064
— de stibéthylium	V	1070
— de stibméthylium	V	1072
— de stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1069
— de strontium	II	529
— de styryle	V	663
— de succinyle	V	876
— de sulfobenzidyle	VI	47
— de sulfobenzoyle	V	633
— de tantale	III	668
— de tellurométhyle	V	494
— de téréphtalyle	VI	103
— de tétréthylammonium et de platine	IV	723
— — — et d'or	IV	723
— — — et de mercure	IV	723
— de thallium	III	1390
— de thorium	II	724
— — — et de potassium	II	725
— de trichloracétyle	IV	200
— de tridécyle	VI	12
— de tungstène	III	719
— — — intermédiaire	III	720
— d'uranyle	III	586
— d'undécyle	VI	12
— de xylényle	VI	54
— d'yttrium	II	734
— de zinc	III	609
— — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque)	III	610

	Tom.	Pag.
Chlorure de zinc (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	40
— de zirconium	II	712
Chochoca	VI	796
Cholacrol	VI	436, 562
Cholalates	VI	434
Cholates	VI	432
Cholestérine	V 673, VI	443
— (action de l'acide azotique sur la)	V	675
— acétique	V	676
— benzoïque	V	677
— chlorhydrique	V	676
Cholestrophane	IV	670
Choline	VI	443
Chondrine	VI	481
Choroïde	VI	723
Choux (*Brassica*)	VI	808
Chrictonite	III	843
Chromates	III	466
— d'alumine	III	471
— d'ammoniaque	III	470
— d'argent	III	1165
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1013
— de baryte	III	470
— de bismuth	III	907
— de cadmium	III	656
— de cérium	III	471
— de chaux	III	470
— de chrôme	III	456
— de cinchonine	IV	593
— de cobalt	III	558
— de cuivre	III	1025
— d'étain	III	815
— de fer	III	472
— de glucine	III	471
— de lithine	III	469
— de magnésie	III	471
— de manganèse	III	471
— de mercure	III	1119
— de molybdène	III	756
— de nickel	III	527
— d'oxyde de rubidium	III	1421
— de plomb bibasique	III	955
— de plomb neutre	III	954
— de potasse	III	466
— de soude	III	469
— de strontiane	III	470
— de strychnine	IV	606
— de thallium	III	1403
— de thorine	III	471
— d'uranium	III	593
— d'yttria	III	471
— de zinc	III	629
— — — (son emploi comme couleur jaune)	VI	358
Chrôme	III	454
Chrôme (son dosage)	III	471
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	55
— (sa préparation)	III	454
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	455
Chromite de zinc	III	630
Chrysaniline	VI	286
Chrysène	VI	75
Chrysobéryl	II 690, 704,	956
Chrysocale	III	1030
Chrysoharmine	IV	611
Chrysophanates	VI	240
Chrysoprase	I	1040
Chrysorhamnine	VI	264
Chufa	VI	804
Chyle	VI	579
— (ses caractères microscopiques)	VI	580
— (sa composition chimique)	VI	580
— (sérum du)	VI	579
— animal	VI	579
— végétal	VI	579
Chyme	VI	581
Chymosine	VI	550
Cicutine	IV	615
Cidre	V	462
Cigares (fabrication des)	IV	662
Ciments (action des sels et des gaz contenus dans l'eau de mer sur les)	II	797
— (analyse des)	II	776
— (résultats numériques d'analyse de)	II	837
— et mortiers immergés depuis un certain temps (leur analyse)	II	778
— diamant	II	841
— hydrauliques (recherches chimiques sur les)	III	1553
— dits Portland	II	837
— romain	II	768
Cinabre	III	1099
— (son emploi dans la peinture)	VI	360
— (préparation)	III	1100
— vert	VI	370
Cinchonétine	IV	590
Cinchonicine	IV	594
Cinchonidine	IV	595
Cinchonin	IV	575
Cinchonine	IV	589
— bromée	IV	590
— chlorée	IV	590
Cinchovatine	IV	576, 595
Cinnamamide	V	671
Cinnamates	V	670
— d'ammoniaque	V	670

	Tom.	Pag.
Cinnamates d'argent	V	670
— de baryte	V	670
— de chaux	V	670
— de cuivre	V	670
— de méthylène	V	671
— d'oxyde de styrylé	V	664
— de plomb	V	670
— de potasse	V	670
Cinnaméine	VI	184
Cinnamène	VI	59
— chloré	VI	59
Cinnamonitranilide	V	672
Cinnanilide	V	671
Cinnhydramide	V	667
Cipipa	IV	998
Cire	V	939
— des abeilles	V	939
— des Andaquies	V	942
— de bicuhiba	V	944
— de carnauba	V	943
— de Chine	V	561, 941
— des doreurs	III	1244
— de myrica	V	943
— d'Ocuba	V	943
— de palmier	V	942
Cissampéline	IV	684
Citracobinitranile	IV	321, 690
Citraconanile	IV	320, 690
Citraconanile	IV	690
Citraconates	IV	310
— (action du brôme sur les)	IV	313
— d'ammoniaque	IV	311
— d'argent	IV	312
— de baryte	IV	311
— de chaux	IV	311
— de cobalt	IV	311
— d'étain	IV	311
— de fer	IV	311
— de magnésie	IV	311
— de manganèse	IV	311
— de mercure	IV	312
— de nickel	IV	311
— de plomb	IV	311
— de potasse	IV	310
— de soude	IV	310
— de strontiane	IV	311
Citraconimide	IV	319
Citraconiodanile	IV	321, 697
Citramide	IV	316
Citranilates	IV	316
Citranilide	IV	316
Citrates	IV	291
— (action du brôme sur les)	IV	300
— (action du chlore sur les)	IV	299
— d'alumine	IV	295
— d'ammoniaque	IV	293
— d'antimoine et de potasse	IV	298
— d'argent	IV	299
Citrates de baryte	IV	293
— de cadmium	IV	296
— de cérium	IV	295
— de chaux	IV	294
— de cobalt	IV	296
— de cuivre	IV	298
— d'étain	IV	297
— de fer	IV	296
— de glucine	IV	295
— de lithine	IV	293
— de magnésie	IV	295
— de manganèse	IV	296
— de mercure	IV	298
— de méthylène	V	499
— de nickel	IV	297
— de palladium	IV	299
— de plomb	IV	297
— de potasse	IV	291
— de quinine	IV	587
— de soude	IV	292
— de strontiane	IV	294
— de thorine	IV	295
— d'uranium	IV	298
— de vanadium	IV	298
— d'yttria	IV	295
— de zinc	IV	296
Citrène	VI	104
Citrilène	VI	105
Citrobianilates	IV	317
Citrobianile	IV	317
Civette	VI	668
Claussénite	II	648
Cnicin	V	197
Cobalt	III	533
— (son dosage)	III	539
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	56
— (son extraction)	III	573
— (ses propriétés)	III	533
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	534
— carbonaté	II	938
— gris	III	573
— sulfuré	II	943
Cocaïne	IV	682
Cochenille ammoniacale	VI	258
Cocotier (*Cocos nucifera*)	VI	829
Codéine	IV	562
— amorphe	IV	563
Cœruleum	III	788
Cæsium	II	458
— (son dosage)	III	1412
— (état naturel — diffusion)	III	1408
— (son extraction)	III	1415
— (caractères distinctifs de ses composés)	III	1409
— métallique	III	1422

	Tom.	Pag.
Cœur	VI	725
Cohésion	I	5
— (force de)	I	135
Coke	I	724
Colchicine	IV	682
Colcothar	III	68
— (son emploi comme couleur rouge)	VI	358
Colle-forte	VI	478
— — (sa fabrication)	VI	482
— — liquide	VI	485
— matière	VI	482
— d'os	VI	484
— de poisson	VI	485
Collidine	IV	715
Collodion (son introduction en photographie)	III	1433
— secs en photographie	III	1463
Colloïdes parfaits	VI	446
Colmatage	VI	846
Colocynthéine	V	149
Colocynthine	V	149
Colocynthitine	V	149
Colombine	V 198,	VI 908
Colophane	VI	167
Colophanone	VI	169
Colophène	IV 23,	VI 93
Colophilène	VI	94
Colorimètre	VI	256
Colostrum	VI	634
Columbium	III	658
Colza (*Brassica campestris oleifera*)	VI	831
Combinaison (définition de la)	I	6
— ammoniacales	II	459
Combustibles fossiles	I	755
— — (leur analyse)	I	762
— — (leur exploitation)	I	772
— — (gisement et recherche des)	I	755
— — (leurs propriétés générales)	I	759
— minéraux (caractères chimiques des)	IV	896
— — (leur commerce en France depuis la fin du siècle dernier)	I	788
Coménamates	IV	408
Coménamide	IV	408
Coménates	IV	403
— d'ammoniaque	IV	403
— d'argent	IV	405
— de baryte	IV	404
— de chaux	IV	404
— de fer	IV	404
— de magnésie	IV	404
— de plomb	IV	405
— de potasse	IV	403
Coménates de soude	IV	403
— de strontiane	IV	403
Composés amido-chromiques	III	503
— — (produits qui résultent de leur décomposition)	III	504
— ammoniacaux isatiniques	VI	217
— ammoniaco-platiniques	III	1272
— ammoniaco-rhodiques	III	1321
— ammoniaco-mercuriques	III	1123
— amyliques (tableau des formules des principaux)	V	521
— binaires non oxygénés (leur nomenclature)		11
— chimiques (comment on peut concevoir leur formation et leur décomposition au moyen des forces chimiques, physiques, mécaniques)	I	146
— hypochlorosulfurique	I	574
— isomériques	I	4
— méthyliques (formules des principaux)	V	501
— ulmiques	IV 896,	909
Composts	VI	910
Conchioline	VI 477,	721
Concrétions arthritiques	VI	714
Condensateur	IV	59
Conicine	IV	615
Conine	IV	615
— (action du chlore et du brôme sur la)	IV	617
Conserves alimentaires	VI	737
Considérations théoriques sur le rôle de la silice, de l'alumine, etc., dans les matériaux hydrauliques	II	786
Convallamarétine	V	151
Convallamarine	V	150
Convallarétine	V	150
Convallarine	V	150
Convolvulate de baryte	V	152
— de chaux	V	152
— de potasse	V	152
Convolvuline	V 151,	VI 179
Convolvulinol	V 151,	152
Convolvulinolate d'argent	V	153
— de baryte	V	153
— de cuivre	V	153
— de plomb	V	153
Copahus	VI	169
Coprolithes	II 593,	VI 893
Coquilles de mollusques	VI	720
Corail	II 586,	VI 722
Corindon	II 642,	955
Cornaline	I	1040
Cornée	VI	723
Cornéenne lydienne	III	1227

	Tom.	Pag.
Corps (diverses propriétés des)	I	2
— (différents états des)	I	5
— amorphes	I	75
— cellulosiques	IV	750
— comburant	I	179
— composés	I	3
— — (nomenclature des)	I	6
— décolorants	I	741
— dimorphes	I	104
— épiangiotiques	IV	752
— gras (série des)	VI	4
— — neutres (propriétés générales)	V	906
— — — (leurs fermentations)	V	301
— neutres organiques	IV	743
— oxydants (leur action sur l'indigo)	VI	216
— pyrogénés	IV	4
— pyrophoriques	I	333
— simples	I	3
— — (équivalents des)	I	32
— — (nouvelle classification des)	II	16
— — (leur distribution dans la nature)	I	129
— vitellins	VI	473
Corpuscules aleuriques	VI	925
— organisés (résumé des recherches de M. Fremy sur les)	VI	916
— — qui existent dans les œufs et ceux qui se vent dans les graines	VI	925
Corroyage	IV	392
Corydaline	IV	682
Cotarnine	IV	568
Coton	IV	917
Couleurs (contraste simultané des)	VI	300
— (leur liste par ordre de solidité)	VI	347
— blanches	VI	350
— bleues	VI	364
— bronze	VI	333
— brunes	VI	361
— brun-marron	VI	333
— cramoisie	VI	331
— dangereuses	VI	349
— employées en peinture	VI	346
— fleur-de-pensée	VI	332
— gris lapis	VI	332
— inoffensives	VI	350
— jaunes	VI	353
— lie-de-vin	VI	332
— lilas	VI	332
— marron	VI	333
— noires	VI	362
Couleurs obtenues avec les mordants	VI	339
— olive	VI	333
— peu vénéneuses	VI	350
— pourpre	VI	332
— primitives	VI	346
— rouges	VI	358
— secondaires	VI	346
— vapeurs	VI	344
— vénéneuses	VI	349
— vertes	VI	367
Coumarine	VI	143
Coupellation	III	1172, 1198
Couperose bleue	III	1014
— verte	III	196
Crag	II	592
Craie	II	588
— (son emploi comme peinture blanche)	VI	351
— rouge	VI	354
Cramoisi	VI	331
Créatine	VI	423, 596
— (action des acides sur la)	VI	425
— (action de la baryte sur la)	VI	427
— (action de l'oxyde de mercure sur la)	VI	429
— (sels de)	VI	425
Créatinine	VI	425, VI 596
— (formule des principaux sels de)	VI	426
Crème du lait	VI	616
— de tartre	IV	248
— — — (sa combinaison avec l'acide antimonique)	IV	261
— — — (ses combinaisons avec l'acide arsénique)	IV	261
— — — soluble	IV	260
Crémomètre	VI	628
Créosote	VI	79
Crésylol	V	987
Creusets	II	861
— brasqués	III	2
Cristal	II	897
— (détermination de la forme d'un)	I	106
— de roche	I	1037
— minéral	II	192
Cristallin	IV	685
— de l'œil	VI	724
Cristallisation par dissolution (voie humide)	I	76
— — — (voie sèche)	I	77
— par fusion	I	75
— par volatilisation	I	76
Cristallographie (notions élémentaires de)	I	75

	Tom.	Pag.
Cristaux (propriétés générales des)	I	78
— des chambres de plomb	I	512
— de soude	II	399
— de Vénus	IV	194
Crocétine	V	156
Crocine	V 155, VI	266
Croconate d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	488
— de baryte	II	524
— de chaux	II	589
— de glucine	II	701
— de lithine	II	451
— de magnésie	II	624
— de potasse	II	283
— de soude	II	416
— de strontiane	II	586
— de strychnine	IV	605
Crocus	III	877
Crotonylène	VI	38
Crown-glass	II	892
Cryolite	II	664
Cryptidine	IV	711
Cubébène	VI	112
Cubébin	V	198
Cuir	IV	364
— de Russie	IV	395
— vernis	IV	894
Cuite de la soie	VI	315
Cuivre	III	972
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	975
— (dosage)	III	981
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	60
— (métallurgie)	III	1048
— (sa séparation de l'antimoine)	III	991
— (sa séparation de l'étain)	III	991
— (étamage du)	III	1042
— (zincage du)	III	1048
— blanc	III	1009
— — d'Argentan	III	1042
— — de la Chine	III	1042
— gris	III	1006
— jaune	III	1030
— natif (traitement du)	III	1048
— noir	III	1030
— oxydé noir	III	978
— panaché	III	1006
— pur (préparation)	III	974
— pyriteux	III	1005
— rosette	III	1058
— sulfuré	II	944
Cumène	VI	54
Cumènyle	VI	59
Cumeugényle	VI	150
Cumidine	VI	55
Cuminamate éthylique	V	657
Cuminamide	V	654
Cuminamine primaire	V	650
— secondaire	V	650
— tertiaire	V	650
Cuminanilide	V	652
Cuminéthyle	VI	59
Cuminhydramide	V	651
Cuminol	V 649,	650
— potassé	V	651
Cuminonitryle	V	654
Cuminyle	V	651
Cumoglycol	V	785
— diacétique	V	785
— dibenzoïque	V	785
— diéthylique	V	785
Cumosalicyle	VI	124
Cuprocyanures	III	1000
Curare	I 447, IV	674
Curarine	IV	674
Cureuma (racine de)	VI	265
Curcumine	VI	265
Cuticule	IV	755
Cutose	IV	754
Cuve d'Inde	VI	327
— de pastel	VI	327
— vitriolique	VI	326
— de vouède	VI	327
Cyamélide	I	947
Cyaméthane	V	414
Cyaméthylane	V	500
Cyanamide	I	963
— chlorée	I	966
Cyanamine	I	949
Cyanate d'ammoniaque	II	488
— d'argent	III	1160
— de baryte	II	526
— de méthylène	V	300
— d'oxyde d'allyle	V	577
— de potasse	II	217
— de protoxyde de mercure	III	1109
— de sesquistanméthyle	V	1046
— de soude	II	416
— de stannéthyle	V	1041
— de thallium	III	1397
Cyanéthylaniline	IV	701
Cyanéthine	V	389
Cyanétholine	IV	732
Cyanhydrate d'ammoniaque	II	471
— d'amylène	V	529
— de métacétène	V	823
— de métylène IV 201,	V	488
— de strychnine	IV	606
Cyanilide	IV	698
Cyaniline	IV	697
Cyanine IV 809,	VI	296
Cyanite	II	680
Cyano-azoture de titane	III	839
Cyanobenzyle	V	597

	Tom.	Pag.
Cyano-chloremercurate de nicotine	IV	680
Cyanocobaltides	III	548
— d'ammonium	III	549
— de baryum	III	549
— de potassium	III	548
— de sodium	III	549
Cyanocumidine	VI	56
Cyanodiphénylamine	IV	699
Cyanofer	III	131
Cyanoferrides	III	130, 146
— de potassium	III	147
— — — combiné avec l'iodure de potassium	III	148
— — — (couleur des précipités formés dans les dissolutions métalliques par le)	III	148
— de baryum	III	149
— — — et de potassium	III	149
— de calcium	III	149
— de cobalt	III	547
— de magnésium	III	149
— de manganèse	III	150
— de sodium	III	149
Cyanoferrures	III	130, 132
— de baryum	III	143
— de calcium	III	144
— de chrôme	III	491
— de cobalt	III	547
— de magnésium	III	145
— de nickel	III	519
— de potassium	III	133
— — — (couleurs des précipités formés dans les dissolutions métalliques par le)	III	142
— — — (sa fabrication avec les matières animales)	III	137
— — — (sa fabrication au moyen de l'azote de l'air)	III	138
— — — (sa fabrication au moyen du sulfure de carbone et du sulfhydrate d'ammoniaque)	III	140
— — — (ses usages)	III	141
— de sodium	III	142
— de strontium	III	144
Cyanogène	I	937
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	967
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	962
— ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	951
Cyanogène (sa combinaison avec l'iode)	I	967
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	946
— (sa combinaison avec le phosphore)	I	968
— (composés dérivés du)	I	968
— (essai de MM. Margueritte et Sourdeval pour produire par l'azote de l'air le)	III	155
— (essais de production par l'azote de l'ammoniaque du)	III	156
Cyanomanganide de potassium	III	45
Cyanomanganure de potassium	III	44
Cyanomercurates	III	1094
— de caféine	IV	668
— de strychnine	IV	606
Cyanotriphénylamine	IV	686, 699
Cyanotriphényldiamine	IV	699
Cyanoxysulfide	I	970
Cyanurate d'ammoniaque	II	488
— de baryte	II	525
— de cinchonine	IV	593
— de méthylène	V	499
— de potasse	II	217
— de quinine	IV	586
— de soude	II	416
Cyanures (propriétés générales)	II	96
— (caractères distinctifs des)	II	97
— (préparation, dosage des)	II	98
— d'acides organiques (généralités)	IV	125
— d'aluminium	II	666
— d'argent	III	1153
— artificiels cristallisés (liste des)	II	997
— de baryum	II	512
— de benzoyle	V	601
— de bismuth	III	899
— de cacodyle	IV	228
— de cadmium	III	650
— de calcium	II	557
— de chrôme	III	491
— de cinnamyle	V	672
— de cobalt intermédiaire	III	547
— d'étain	III	807
— de fer	III	128
— — — (leurs combinaisons avec les autres cyanures)	III	130
— — — magnétique	III	129
— — — et d'uranium (double)	III	587
— de magnésium	II	615
— de manganèse	III	44
— de mercure	III	1093
— — — (combinaisons formées par le)	III	1094
— de mercuroséthyle	V	1079

	Tom.	Pag.
Cyanure de molybdène	III	748
— de nickel	III	517
— de niobium	III	686
— d'or	III	1220
— d'osmium	III	1300
— de palladium	III	1328
— — — ammoniacal	III	1331
— de platine ammoniacal	III	1273
— — — intermédiaire	III	1265
— de plomb	III	934
— de potassium	II	178
— de rubidium	III	1418
— de ruthénium	III	1341
— de salicyle	VI	125
— de sesquiplombéthyle	V	1055
— de sesquistannéthyle	V	1045
— de sodium	II	370
— de stibéthyle	V	1066
— de stibméthylium	V	1074
— de styryle	V	663
— de tantale	III	670
— de thallium	III	1395
— de titane	III	839
— de trichlorométhyle	IV	207
— d'uranium	III	587
— de vanadium	III	772
— de xylényle	VI	54
— de zinc	III	612
Cyclamine	V	156
Cyclamirétine	V	157
Cymène	V	582, VI 56
Cymophane	II	690, 704, 956
Cynène	VI	161
Cystine	VI	420, 598

D

	Tom.	Pag.
Daguerréotypie	III	1431
Dahline	IV	986
Dammarane	VI	171
Dammarol	VI	171
Dammarone	VI	171
Daphnétine	V	160
Daphnine	V	159
Datiscétine	V	162
Datiscine	IV	986, V 161
Daturine	IV	682
Déchénite	III	957
Décreusage de la soie	VI	315
Dégommage	VI	341
— de la soie	VI	315
Dégraissage des tissus destinés à la teinture et à l'impression	VI	311
Dégras	IV	396
Degré alcoolimétrique de Descroizilles	II	238
Délitation de la soude	II	401
Delphine	IV	683
Densités de vapeurs (leur détermination)	IV	109
Dents	VI	711
Dérivés alloxaniques (généralités)	VI	413
— parabaniques (généralités)	VI	415
— uriques (généralités)	VI	413
Derme	VI	671
Dermose	IV	750, 752
Descloizite	III	957
Déshydratation des acides	II	81
— des oxydes	II	81
— des sels	II	82
Désoxalates	V	405
Désuintage de la laine	VI	309
Deutobromure de cuivre	III	998
Deutochlorure de cuivre	III	996
Deutocyanure de cuivre	III	1003
Deutofluorure de cuivre	III	999
Deuto-iodure de cuivre	III	999
— d'étain	III	806
— de mercure	III	1089
— — — (combinaisons formées par le)	III	1090
— — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque)	III	1126
— de phosphore	I	663
— de tellure	I	591
Deutosulfure de mercure	III	1098
Deutoxyde d'azote	I	369
— de chrôme	III	456
— de cuivre	III	977
— de mercure	III	1066
— — — (sa séparation de l'oxyde de cadmium)	III	1078
— — — (sa séparation de l'oxyde de plomb)	III	1076
— — — (sa séparation du protoxyde de mercure)	III	1080
— de molybdène	III	730
— de platine	III	1256
— de vanadium	III	759
Dévitrification	II	872, 874
Dextrine	IV	979, 984, V 51
— dinitrique	IV	985
Diacétamide	IV	202
Diacétate benzolique	V	781
— de méthylène	V	695
Diacétine	V	813
Diacétochlorhydrine	V	897
Diallylurée	V	571, VI 385
Dialuramide	VI	401
Dialurate d'ammoniaque	VI	403

	Tom.	Pag.
Diamant	I	706
— (taille du)	I	712
— de bore	I	986
Diamides	IV	516
— primaires	IV	516
— secondaires	IV	517
— tertiaires	IV	520
Diamidophényle	VI	*58
Diamines	IV	466
Diamylène	VI	25, 32
Diamylglycérine	V	794
Diamyloxamide	IV	168
Dianium	III	674
Diarachine	V	832
Diaspore	II	648
Diastase	IV	983
— salivaire	VI	544
Diazoanisoanisamate de potasse	V	687
Diazodinitrophénol	V	982
Diazonitrochlorophénol	V	985
Diazonitrophénol	V	978
Dibenzoylimide	V	607
Dibromhydrine	V	806
— (action de l'ammoniaque et de l'étain sur la)	V	806
Dibromophillygénine	V	177
Dibromophillyrine	V	176
Dibromure de diéthylène-diéthyldiammonium	V	739
— d'éthylène (son action sur l'ammoniaque)	V	737
— — (son action sur l'aniline)	V	745
— — (son action sur la diéthylamine)	V	742
— — (son action sur l'éthylamine)	V	739
— — (son action sur la triéthylarsine)	V	755
— — (son action sur la triéthylphosphine)	V	747
— — (son action sur la triméthylamine)	V	743
— — (action de la triméthylamine et de la triéthylamine sur le)	V	752
— — diéthyldiammonium	V	739
— — tétréthyldiammonium	V	742
— — hexéthyldiarsonium	V	756
— — triéthylarsammonium	V	757
— de propylène	V	778
Dibutyrine	V	814
Dicétylphényliaque	V	558
Dichlorhydrine	V	804
Dichlorophillygénine	V	177
Dichlorophillyrine	V	176
Dichlorosulfide d'amylène	VI	28
Dichlorure d'éthylène	V	730
— de propylène	V	778
Dicyanocodéine	IV	563
Dicyanure d'éthylène	V	735
— de propylène	V	779
Didyme	II	754
— (son équivalent)	I	53
Diépibromhydrophosphoryle	V	808
Diéthylamarine	V	606
Diéthylconine	IV	618
Diéthylène-diamine	V	737
— — diéthylique	V	738
— — tétraméthylique	V	738
— — tétréthylique	V	738
— diéthyldiamine	V	740
— diéthyltriamine	V	741
— diphényldiamine	IV	705
— triéthyltriamine	V	741
Diéthylglycérine	V	789, 794
Diéthylglycol	V	702
Diéthyline	V	789, 794
Diéthyloxamide	IV	168
Diéthyltoluidine	VI	52
Diéthylurée	VI	382, 384
Diéthylzincamine	V	1026
Difluane	VI	400
Digesteurs	IV	8
Digestion	VI	539
— (résumé des phénomènes chimiques de la)	VI	583
Digitalacrine	V	164
Digitalin	V	163
Digitaline	V	163
Digitalirétine	V	165, 166
Digitalose	V	163
Digitasoline	V	164
Diglycolate d'ammoniaque	V	715
— de baryte	V	715
— de chaux	V	715
— de cuivre	V	716
— de magnésie	V	715
— de plomb	V	716
— de potasse	V	715
— de soude	V	715
— de strontiane	V	715
— de zinc	V	716
Diiodure d'arsenmonéthyle	V	1006
— d'éthylène (action de la triméthylamine et de la triéthylamine sur le)	V	752
— de méthylène	V	693
— — — (son action sur la triéthylphosphine)	V	751
Dilactate monoéthylique	V	776
Dilactosuccinate diéthylique	V	776
Diliturates	VI	407
Diméthyloxamide	IV	168
Diméthylurée	VI	385
Dimorphisme (définition)	I	104
Dinaphtylcarbamide	VI	70

	Tom.	Pag.
Dinaphtyloxamide	VI	70
Dinaphtylsulfocarbamide	VI	70, 387
Dinitrochlorophénates	V	984
Dinitroéthylates	V	1029
Dinitrométhylates	V	1032
Dinitrophénylcitraconimide	IV	321, 690
Dinitrophényle	VI	58
Dinitrophillygénine	V	177
Dinitrophillyrine	V	176
Dioléine	V	855
Dioptase	III	1025
Dioscorea sativa (composition de la racine du)	VI	799
Dioxyéthylène	V	720
Dioxyméthylène	IV	176, V 691
Dipalmitine	V	828
Diphénine	VI	46
Diphényldiamine-diéthylénique	V	745
— monoéthylénique	V	746
Diphényloxamide	IV	166
Diphénylurée	VI	386
Diphocénine	V	824
Diphosphométhyle	V	1002
Diphosphonium (ses composés)	IV	502
Diplatinammine	III	1283
Diplatosammine	III	1282
Disacryle	V	792
Dissolvants (leur action sur les substances organiques)	IV	8
Dissymétrie (généralités)	IV	285
Distanméthyle	V	1048
Distéarine	V	837
Disulfochloride d'amylène	VI	28
Disulfure d'éthylène	V	736
Ditérébène	VI	96
Dithiobenzate d'ammoniaque	VI	48
— de baryte	VI	48
Dithionates (généralités)	II	126
Ditoluénylurée	VI	53
Divalérine	V	824
Divisibilité de la matière	I	4
Dolomie	II	623
Doré (analyse du)	III	1231
Dorure	III	1241
— galvanique	III	1248
— par immersion	III	1244
— — — (théorie de la)	III	1247
— au mercure	III	1242
— au trempé	III	1244
Draconyle	VI	60
Drainage	VI	878
Drains	II	860
Dréelite	II	517
Dulcitane	V	128
Dulcite	V	127
— (sa fermentation alcoolique)	V	277
— (ses combinaisons avec les acides)	V	128
Dulcite benzoïque	V	130
— butyrique	V	129
— dulcisulfurique	V	129
— dulcitartrique	V	129
— nitrique	V	129
— stéarique	V	129
Dumasine	IV	216, V 355
Dysamylin	IV	968
Dyslysine	VI	536, 561
Dyslyte	IV	309
Dysthène	II	680

E

	Tom.	Pag.
Eau	I	211
— (son action sur l'acide sulfurique monohydraté)	I	527
— (son action sur les acides sulfomargarique et sulfoléique)	V	890
— (son action sur les métaux)	II	22
— (analyse et synthèse de l')	I	219
— (son dosage)	I	279
— (état naturel de l')	I	228
— (composition de diverses espèces d')	I	237
— de l'allantoïde	VI	645
— de l'amnios	VI	645
— calcaires	I	243
— chalybée	I	279
— de combinaison	II	66
— de cristallisation	II	66
— distillée	I	225
— — (essai de l')	I	228
— à l'état gazeux	I	230
— — — liquide	I	231
— — — solide	I	228
— ferrée	I	279
— ferrugineuses	I	269
— forte	I	347
— gazeuses	I	262
— de Goulard	IV	193
— d'interposition	II	66
— de Javelle	II	215
— de mer	I	249
— — — (composition des principales)	I	251
— — — (exploitation)	II	360
— mères des marais salants (leur traitement)	II	363
— minérales	I	249
— — (analyses des)	I	258
— — (leur classification)	I	262
— — artificielles	I	277
— — proprement dites	I	256
— naturelles (principales espèces d')	I	233

	Tom.	Pag.
Eau oxygénée	I	285
— potables	I	234
— régale	I	347, 350
— salines	I	264
— séléniteuses	I	242
— de Seltz	I	268, 278
— — — artificielle (fabrication de l')	I	833
— des substances organiques (sa détermination)	IV	93
— sulfureuses	I	273
— sûres des amidonniers	IV	990
— vannes	I	395
Eau-de-vie	V	335, 419
Ebullioscope	V	458
Ecaille	VI	678
— d'huîtres	VI	720
— des mollusques	VI	720
— de poissons	VI	679
— des reptiles	VI	678
Ecarlate	VI	324
Eclairage au gaz	I	871
— électrique	I	739
Ecobuage des terres	I	894
Ecorces des végétaux	IV	781
Ecume de mer	II	628
Eisensinter	III	242
Elaène	VI	31
Elaérine	VI	310, 647
Elaïdate de méthylène	V	888
Elaïdine	V	886
Elaïdéhyde	V	342
Elatérine	V	198
Elatérite	VI	78
Elathine	IV	214
Elaylstannéthyle	V	1038
Electron	VI	173
Electrum	III	1225
Elémi	VI	170
Ellagates	IV	380
— de baryte	IV	380
— de plomb	IV	380
— de potasse	IV	380
— de soude	IV	380
Elléburine	IV	683
Email	II	904
Emeraldine	VI	291
Emeraude	II	690, 702, III 505
— artificielle	II	907
— orientale	II	642
Emeri	II	642, 643
Emétine	IV	683
Emétique	III	882, IV 257
— (sa combinaison avec le bitartrate de potasse)	IV	258
Emétiques	IV	247
Emmonite ou emmonsite	II	536
Emodine	VI	241
Empois	IV	979
Empoisonnement (recherche de l'acide arsénieux dans les cas d')	I	680
— (recherche de l'antimoine dans les cas d')	III	884
— (recherche du mercure dans les cas d')	III	1130
Emulsine	V	146, 304, 594
Emydine	VI	475, 660
Encens	VI	182
Encre de Chine	VI	363
— de sèche	VI	663
— de sympathie	III	545
Endophacine	VI	459
Enfouissement des végétaux	VI	909
Engrais	VI	904
— (ce qu'il faut en employer)	VI	910
— flamand	VI	906
— Jauffret	VI	910
— suisse	VI	905
— verts	VI	910
Epaississage des mordants et des couleurs	VI	336
Epibromhydrine	V	806, 900
Epichlorhydrine	V	805, 898
Epiderme	VI	672
Epidermose	VI	450
Epidichlorhydrine	V	805
Epidote manganésifère	III	59
Epigénie	III	180
Eponges	VI	670
Equations chimiques	I	17
Equivalents chimiques	I	15
— (considérés comme des multiples de l'équivalent de l'hydrogène)	I	67
— (expériences de Wollaston sur les)	I	25
— (observations de Bergmann relatives aux)	I	24
— (tableau des)	I	72
— (théorie des)	I	19
— des alcalis organiques (leur détermination)	IV	103
— des acides organiques (leur détermination)	IV	95
— des corps simples (leur détermination)	I	32
— des matières organiques neutres (leur détermination)	IV	105
— des substances organiques	IV	92
Erbine	II	734, 736
Erbium	II	736
— (son équivalent)	I	53
Erémacausie	IV	6
Ergot du seigle	VI	820
Ergotine	VI	820

	Tom.	Pag.
Ergotisme	VI	820
Ericinol	V	186
Erinite	III	1021
Erythrine	VI	230
Erythrisulfate de baryte	V	137
— de chaux	V	137
— de plomb	V	137
Erythrite	V 135, VI	221
— (ses combinaisons avec les acides)	V	137
— acétique	V	138
— benzoïques	V	138
— distéarique	V	138
— nitrique	V	137
Erythroglucine	VI	231
Erythroléine	VI	241
Erythrolitmine	VI	241
Erythromanite	VI	231
Erythroprotide	VI	470
Erythrorétine	VI	179
Erythrosine	VI	463
Erythrozyme	VI	251
Esculétate d'ammoniaque	V	168
— de plomb	V	168
Esculétine	V	167
Esculine	V	167
Espèce (définition du mot)	I	3
Esprit de bois	V	474
— — — (action des acides sur l')	V	480
— — — (action du chlore sur l')	V	479
— du commerce	V	335
— de Mindérérus	IV	189
— pyro-acétique	IV	174, 211
— pyroxylique	V	474
— de sel	I	432
Essais au chalumeau	III	1510
— à la goutte	III	1185
Essences (généralités)	VI	87
— d'absinthe	VI	151, 159
— d'ail	VI	163
— — naturelle	V	565
— d'amandes amères	V	592
— — — (action de l'acide azotique sur l'),	V	610
— — — (action de l'acide cyandrique et du cyanure de mercure sur l')	V	602
— — — (action de l'ammoniaque sur l')	V	602
— — — (action du chlore sur l')	V	599
— — — (action de l'hydrogène sulfuré et du sulfhydrate d'ammoniaque sur l').	V	607
Essence d'amandes amères (action du perchlorure de phosphore sur l')	V	608
— d'angusture	VI	159
— d'anis concrète	VI	122
— d'aspic	VI	110, 151
— d'Athamanta oreoselinum	VI	113
— d'aunée	VI	138
— de basilic	VI	111
— de bergamote	VI	159
— de bouleau	VI	111
— de cabaret	VI	159
— de cajeput	VI	151
— de camomille ordinaire	VI	152
— — — romaine	VI	153
— de canelle	V 666, VI	157
— de carvi	VI	155
— de cascarillle	VI	159
— de cèdre concrète	VI	147
— de ciguë	VI	155
— de citron	VI	101
— de citrus lumia	VI	105
— de cochléaria	VI	163
— de copahu	VI	112
— de coriandre	VI	157
— de cubèbe	VI	112
— de cumin	V	650
— d'élémi	VI	105
— de gaultheria procumbens	VI	127
— de genièvre	VI	112
— de gingembre	VI	159
— de girofle	VI	149
— de gomart	VI	106
— de houblon	VI	160
— hydrocarburées	VI	84
— d'hysope	VI	160
— de jasmin	VI	160
— de laurier	VI	111
— de lavande	VI	110, 151
— de lédon	VI	156
— de macis	VI	160
— de mandarine	VI	108
— de marjolaine	VI	160
— de matricaire	VI	160
— de menthe concrète	V	578
— du mirbane	VI	41
— de moutarde	V 566, VI	162
— — — (bases dérivées de l').	IV	716
— de muscade	VI	112
— d'orange	VI	105
— d'origan	VI	160
— d'osmitopsis	VI	161
— oxygénées	VI	122
— de persil	VI	161
— de poivre	VI	111
— — — du Japon	VI	111
— de ptychotis ajovan	VI	161
— de raifort	VI	163

	Tom.	Pag.
Essence de reine-des-prés	VI	123
— de romarin	VI	110, 161
— de roses	VI	151
— de rue	VI	155
— de sabine	VI	113
— de sassafras	VI	147
— de semen-contra	VI	161
— sulfurées	VI	162
— de templine	VI	107
— de térébenthine	VI	84
— — — (action des acides sur l')	VI	89
— — — (action de l'acide azotique sur l')	VI	101
— — — (action des acides bromhydrique et iodhydrique sur l')	VI	98
— — — (action de l'acide chlorhydrique sur l')	VI	94
— — — (action de la chaleur sur l')	VI	88
— — — (action du chlore sur l')	VI	87
— — — (ses hydrates)	VI	99
— — — (ses modifications isomériques)	VI	88
— — — (ses variétés)	VI	86
— de thé	VI	161
— de thuia	VI	161
— de thym	VI	156
— de valériane	VI	157
— de vétiver	VI	161
— de wintergreen	VI	137
Étain	III	777
— (son équivalent)	I	57
— (ses propriétés)	III	777
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	780
— (ses usages)	III	780
— (son dosage)	III	791
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (sa séparation des autres métaux)	III	793
— (sa séparation de l'aluminium)	III	797
— (sa séparation du manganèse)	III	796
— (sa séparation de l'uranium, du fer)	III	795
— (sa séparation du zinc)	III	795
— (métallurgie de l')	III	816
— en larmes	III	819
— pur (préparation de l')	III	778
Étamage du cuivre et du laiton	III	1042
Éthal	V	556, 789
— sodé	V	556
Éthalate de potasse	V	556
Éther (généralités)	V	320
Éther (action du chlore sur l')	V	370
— (ses combinaisons avec les bromures)	V	363
— (fermentation des)	V	303
— à deux radicaux d'un même acide monobasique	V	763
— à deux radicaux différents	V	765
— à un seul radical d'un acide polybasique	V	767
— à hydracides	V	485
— à oxacides	V	495
— acétique	V	407
— — perchloré	V	407
— acétobenzamique	V	625
— aconitique	V	410
— acrylique	V	792
— adipique	V	883
— allophanique	V	414
— allylacétique	V	576
— allylamylique	V	564
— allylbromhydrique	V	565
— allylcarbonique	V	575
— allylchlorhydrique	V	564
— allylcyanique	V	577
— allyléthylique	V	564
— allyliodhydrique	V	565
— allylique	V	563
— allyloxalique	V	575
— allyloxamique	V	576
— allylsulfhydrique	V	565
— allylsulfocyanhydrique	V	566
— allyltartrique	V	576
— allylvalérique	V	576
— amygdalique	V	146
— amylacétique	V	532
— — bichloré	V	533
— amylallophanique	V	533
— amylazoteux	V	531
— amylazotique	V	530
— amylbromhydrique	V	528
— amylchlorhydrique	V	528
— amylcyanhydrique	V	529
— amyléthylique	V	417
— amyliodhydrique	V	528
— amylique	V	524
— — (ses combinaisons avec l'éther vinique et l'éther méthylique)	V	533
— amyloboriques	V	531
— amylocarbonique	V	532
— amyloformique	V	532
— amylosilicique	V	531
— amyloxalique	V	532
— amylpalmitique	V	832
— amylsulfhydrique	V	529
— amylsulfocyanhydrique	V	530
— amylvalérianique	V	535
— anamirtique	V	827, 925

	Tom.	Pag.
Éther angélique	VI	153
— anisamique	V	685
— anisique	V	681
— anisomonochlorhydrique	V	679
— arachique	V	834
— azoteux	V	396
— — (sa décomposition)	V	397
— azotique	V	395
— bénique	V	918
— benzamique	V	622
— benzoacétique	V	592
— benzochlorhydrique	V	591
— benzocyanhydrique	V	592
— benzoiodhydrique	V	592
— benzoïque	V	591, 617
— — de l'esprit de bois	V	618
— — de l'huile de pomme de terre	V	618
— bibromosalicylique de l'alcool	VI	136
— — de l'esprit de bois	VI	136
— bichloré	V	324, 370
— bichlorohippurique	V	643
— binitrobenzoïque	V	632
— binitrosalicylique	VI	141
— borique	V	398
— bromanisique	V	682
— — de l'esprit de bois	V	682
— bromhydrique	V	386
— bromo-aluminique	V	365
— bromo-antimonique	V	365
— bromo-arsénique	V	365
— bromobismuthique	V	363
— bromométalliques divers	V	366
— bromostannique	V	366
— bromothallique	III	1394
— butylacétique	V	519
— butylazotique	V	518
— butylbromhydrique	V	514
— butylcarbonique	V	519
— butylchlorhydrique	V	514
— butylformique	V	520
— butyliodhydrique	V	515
— — (son action sur les sels d'argent)	V	516
— butylique	V	512
— butylsulfurique	V	519
— butyrique	V	821
— campholchlorhydrique	V	587
— campholiques	V	586
— camphorique	V	584
— — bichloré	V	584
— caprique	V	936
— caproïque	V	934
— caproylacétique	V	540
— caproylbromhydrique	V	538
— — monobromé	V	538
— caproylchlorhydrique	V	537
— caproyliodhydrique	V	539

	Tom.	Pag.
Éther caproylsulfhydrique	V	539
— caprylacétique	V	555
— caprylazotique	V	555
— caprylbromhydrique	V	549
— caprylchlorhydrique	V	549
— capryliodhydrique	V	550
— capryliques	V	938
— caprylsulfurique	V	545, 551
— carbonique	V	400
— — bichloré	V	401
— — perchloré	V	401
— cérotique	V	941
— cétylacétique	V	564
— cétylobromhydrique	V	555
— cétylocétique	V	560
— cétyloiodhydrique	V	558
— cétylosulfhydrique	V	559
— chloranisique de l'esprit de bois	V	682
— chlorhydrique	V	381
— — mésityque	IV	212
— chlorhydrobenzolique	V	781
— chlorhydrodiéthylique de l'alcool diglycérique	V	791
— chlorhydrotriéthylique de l'alcool diglycérique	V	796
— chlorobismuthique	V	361
— chlorolactique	IV	357
— chloronicéique	V	617
— chloropyromucique	V	413
— chlorosuccique	V	878
— chlorothallique	III	1393
— chloroxycarbonique	V	402
— cholestériques	V	671
— cholestéroacétique	V	676
— cholestérobenzoïque	V	677
— cholestérochlorhydrique	V	676
— cinnamiques	V	671
— cinnamoacétique	V	661
— cinnamobenzoïque	V	661
— cinnamochlorhydrique	V	663
— cinnamocinnamique	V	661
— cinnamocyanhydrique	V	663
— cinnamoiodhydrique	V	663
— cinnamosulfhydrique	V	661
— citraconique	V	412
— citrique	V	409
— composés	V	311
— — à acides organiques (tableau des)	V	415
— — à un seul radical	V	701
— — du glycol	V	701
— crysanisique de l'alcool	V	690
— cuminamique	V	657
— cuminique	V	652, 653
— cuminobenzoïque	V	650
— cuminochlorhydrique	V	650, 653
— cuminocyanhydrique	V	650

	Tom.	Pag.
Éther cyanhydrique	V	389
— cyanique	V	414
— — ammoniacal	V	414
— — — de l'esprit de bois	V	500
— cyanurique	V	414
— diazoanisoanisamique	V	687
— diazobenzobenzamique	V	620
— dibromhydrique du glycol	V	733
— diiodhydrique du glycol	V	732
— disulfophosphorique	V	392
— élaïdique	V	887
— de l'esprit de bois	V	480
— éthylbenzolique	V	784
— éthylbutylique	V	512
— éthylotrithionique	V	1028
— eugénique	VI	150
— éverninique	VI	235
— fluorhydrique	V	388
— formique	V	408
— — perchloré	V	408
— fumarique	V	411
— glycérique	V	801
— — mixtes à 1 équivalent d'alcool et 1 équivalent d'hydracide	V	903
— du glycide à 2 équivalents d'hydracide	V	901
— hippurique	V	640
— indigotique	VI	141
— insoliniques	V	660
— iodhydriques	V	386
— — (leur emploi dans les recherches de la chimie organique)	IV	41
— — mésityque	IV	212
— iodo-aluminique	V	366
— iodopropionique	V	801
— isonitrophénique	V	977
— lactique	V	413, 773
— lactobutyrique	V	775
— lactosucciniques	V	776
— laurostéarique	V	826
— lécanorique	VI	229
— malique	V	411
— margarique	V	850
— mélissypalmitique	V	562
— mésityque	IV	212
— métacétique	V	409
— méthylacétique	V	497
— méthylallophanique	V	500
— méthylanisique	V	681
— méthylazotique	V	495
— méthylbenzolique	V	784
— méthyliques	V	496
— méthylbromhydrique	V	486
— méthylchlorhydrique	V	485
— — (action du phosphure de calcium sur l')	V	486
Éther méthylcitrique	V	499
— méthylcyanhydrique	V	488
— méthylcyanique	V	500
— méthylcyanurique	V	499
— méthyléthylique	V	417
— méthylfluorhydrique	V	487
— méthylformique	V	498
— méthyliodhydrique	V	487
— méthylique	V	480
— — bichloré	V	481
— — monochloré	V	481
— — perchloré	V	481
— méthylmucique	V	499
— méthylosulfocyanhydrique	V	489
— méthyloxalique	V	496
— méthylsalicylique	V	500
— méthylsulfhydrique	V	488
— méthylsulfocarbonique	V	491
— méthylsulfocyanhydrique	V	491
— méthylsulfurique	V	495
— méthyltartrique	V	498
— méthyltellurhydrique	V	493
— mixtes	V	765
— monoalcooliques du glycide	V	903
— mucique	V	411
— myristique	V	827
— naphtylsulfureux	VI	73
— nitranisique	V	682
— — de l'esprit de bois	V	682
— nitrobenzoïque	V	631
— nitrocinnamique	V	668, 671, 672
— nitrosalicylique	VI	141
— nitrotoluique	V	648
— — de l'esprit de bois	V	648
— œnanthique	V	925
— — chloré	V	926
— œnanthylique	V	922
— oléique	V	860
— ordinaire (ses combinaisons avec les éthers méthylique et amylique)	V	417
— orsellinique	VI	234
— oxalique	V	402
— — (action de l'amalgame de sodium sur l')	V	404
— — (action du chlore sur l')	V	406
— palmique	V	923
— palmitique	V	831
— pélargonique	V	885
— perchloré	V	371
— perchlorique	V	397
— phénamylique	V	987
— phénique	V	986
— phosphorique (neutre)	V	380
— polyglycériques	V	797
— propylacétique	V	507
— propylchlorhydrique	V	507
— propyliodhydrique	V	507

	Tom.	Pag.
Éther pyroligneux	v	474
— pyromucique	v	412
— quadrichloré	v	385
— quintichloré	v	385
— ricinoléique	v	919
— salicylique bibromé	vi	141
— — monobromé	vi	141
— sébacique	v	865
— sélénhydrique	v	391
— de la série caprylique (action des métaux alcalins sur les)	v	552
— siliciques	v	398
— — avec excès de silice	v	400
— — sesquibasique	v	399
— — tribasique	v	398
— stéarique	v	845
— subérique	v	869
— — chloré	v	869
— succinique	v	877
— — perchloré	v	878
— sulfhydrique	v	389
— sulfhydrobenzolique	v	784
— sulfureux	v	395
— sulfurique (neutre)	v	394
— sycocérylacétique	v	661
— sycocérylobenzoïque	v	661
— tartrique	v	409
— tétrasulfophosphorique	v	394
— tétréthylique de l'alcool triglycérique	v	798
— tellurhydrique	v	392
— toluique	v	647
— toluochlorhydrique	v	646
— toluocyanhydrique	v	646
— trichloré	v	385
— trilactique	v	776
— trisulfophosphorique	v	394
— vinique	v	357
Ethérification (théorie de l')	v	360
Ethérine	v	378
Ethérole	v	378
Ethérone	vi	25
Ethide ammonioborique	v	1018
— borique	v	1016
— stannique	v	1048
Ethiops martial	iii	78
— minéral	iii	1100
Éthylacétamide	iv	203
Ethylacétone	v	354
Ethylallylurée	v	577
Ethylamine	iv	717
— (action de l'éther bromhydrique sur l')	iv	722
Ethylamylglycérine	v	795.
Ethylaniline	iv 687,	701
Ethylate de potasse	v	334
— de zinc	v	1024
Ethylbromaniline	iv	69[illegible]
Ethylchloraniline	iv	69[illegible]
Ethylconine	iv 615,	61[illegible]
Ethylcyananiline	iv	69[illegible]
Ethyle	v 328,	99[illegible]
Ethyle-amyle	v	9[illegible]
Ethyle-butyle	v	99[illegible]
Ethylène	vi	[illegible]
— (séparation et dosage)	vi	9[illegible]
— perchloré	i	91[illegible]
Ethylène-diamine	v	73[illegible]
— — diéthylique	v	73[illegible]
— — héxéthylique	v	73[illegible]
— — hexaméthylique	v	73[illegible]
— — tétréthylique	v	73[illegible]
— diéthyldiamine	v	73[illegible]
— phénylamine	iv	70[illegible]
— tétréthyldiamine	v	73[illegible]
Ethylglucose	v	5[illegible]
Ethylglycérine	v	79[illegible]
Ethylglycide	v	94[illegible]
Ethylglycol	v	70[illegible]
Ethyliaque	v	32[illegible]
Ethyllactate de chaux	v	77[illegible]
Ethylmannite	v	12[illegible]
Ethylméthylconine	iv	61[illegible]
Ethylméthylstannéthyle	v	104[illegible]
Ethylméthylurée	vi 382,	38[illegible]
Ethylnicotine	iv	62[illegible]
Ethylnitraniline	iv	70[illegible]
Ethylostilbyle	v	106[illegible]
Ethylotrithionates	v	102[illegible]
Ethyloxamide	iv	72[illegible]
Ethylphénylurée	vi 382,	38[illegible]
Ethylpipéridine	iv 678,	68[illegible]
Ethylpipérylurée	iv	67[illegible]
Ethylquinine	iv	57[illegible]
Ethylsinnamine	iv 717,	v 57[illegible]
Ethylstannéthyle	v	103[illegible]
Ethylsulfobenzoate d'ammoniaque	v	63[illegible]
Ethylthiosinnamine	iv 716,	v 56[illegible]
Ethyltoluidine	vi	5[illegible]
Ethylurée	vi 380,	38[illegible]
— sulfurée	vi	38[illegible]
Eucalyne	v 103,	11[illegible]
Euchroïte	iii	102[illegible]
Euchrone	i	85[illegible]
Euclase	ii 690,	70[illegible]
Eudiomètres	i 301,	vi 93[illegible]
Eugénates	vi	15[illegible]
Eugénine	vi	14[illegible]
Eulyte	iv	38[illegible]
Euphorbe	vi	17[illegible]
Eupione	vi	7[illegible]
Euxanthates	vi	26[illegible]
Euxanthone	vi 267,	26[illegible]
Evernates	vi	23[illegible]
Excréments	vi	57[illegible]

	Tom.	Pag.
Excréments (méthode d'analyse des)	VI	576
Excrétine	VI	573
Exofibrose	IV	754
Exomédullose	IV	754
Exophacine	VI	459
Exostose	VI	704
Expiration des plantes (phénomène d')	VI	761
Extrait de saturne	IV	193

F

	Tom.	Pag.
Fabine	IV	490
Fahlerze	III	1029
Fahlunite	II	680
Faïence commune ou italienne	II	863
— fine ou anglaise	II	863
Fanons de baleine	VI	680
Farines	IV	1001
— (essais des)	VI	824
— (leur examen)	VI	825
— de blé (tableau de leur composition)	IV	1006
— de froment	VI	822
— — (ses falsifications)	IV	1008
— de gruaux blancs	IV	1003
— de lin	VI	832
— de maïs	VI	823
— d'orge	VI	824
— de seigle	VI	824
Fausse couleur	VI	340
Faux (fabrication des)	III	382
Fécule (son extraction)	IV	992
Féculomètre	IV	997
Feldspath	II	681, 682
— compacte	II	683
— résinite	II	683
— sonore	II	683
— tenace	II	683
— terreux	II	683
Fer	III	60
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	66
— (son dosage)	III	88
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	54
— (métallurgie du)	III	224
— (analyses des)	III	408
— à acier	III	352
— actif	III	65
— arsenical	III	187
— blanc	III	821
— carbonaté	II	937
— — compacte et argileux	III	223
Fers du commerce	III	61
— — (classification et propriétés des)	III	264
— doux	III	63
— galvanisé	III	64
— météorique (son analyse)	III	384
— natif	III	217
— oligiste	II	935
— — métalloïde	III	219
— — micacé	III	219
— — spéculaire	III	219
— oxalaté	IV	154
— oxydé géodique	III	221
— — — (son analyse)	III	395
— — hydraté	III	220
— — rouge compacte	III	220
— oxydulé	II	956
— — (son analyse)	III	402
— passif	III	65
— pur	III	60
— pyrophorique de Magnus	III	60
— spathique	III	214, 223
— spéculaire	III	123
— titané	III	830
Ferments	IV	6, V 264
— (leur emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	41
Fermentations (historique)	V	203
— (des différentes)	V	214
— (phénomène de la)	IV	42
— (théories de la)	V	263
— acétique	V	284
— alcoolique	V	217
— — (son équation)	V	249
— — (produits secondaires des)	V	278
— amygdalique	V	303
— butyrique	V	295
— par dédoublement	V	301
— gallique	IV	370
— lactique	IV	352, V 289
— pectique	IV	428, V 305
— sinapisique	V	304, 568
— tannique	IV	363, V 304
— tartrique	IV	244
— visqueuse	V	10, 298
Ferrates	III	80
— de baryte	III	83
— de chaux	III	83
— de potasse	III	81
— de soude	III	82
— de strontiane	III	83
Ferricyanate de cinchonine	IV	593
— de quinine	IV	586
— de strychnine	IV	606
Ferricyanhydrate d'ammoniaque	III	149
Ferricyanogène	III	146
Ferricyanures	III	146

	Tom.	Pag.
Ferricyanure d'argent	III	1154
— de cuivre	III	1001
— de potassium	III	147
— de vanadium	III	772
Ferrite de chaux	III	76
— de magnésie	III	77
— de potasse	III	76
— de soude	III	76
— de zinc	III	77, 629
Ferrocyanate de cinchonine	IV	593
— de quinine	IV	586
— de strychnine	IV	606
Ferrocyanhydrate d'ammoniaque	III	143
Ferrocyanogène	III	131
Ferrocyanures	III	132
— d'argent	III	1154
— de cuivre	III	1001
— d'indium	III	1429
— de potassium	III	136
— de rubidium	III	1413
— de thallium	III	1398
— de vanadium	III	772
Feu indien	I	702
Feuilles des plantes	VI	806
— des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	791
— — — (leurs caractères chimiques)	IV	793
Feux d'artifice (composition des différents)	II	334
Fibres (leurs caractères anatomiques)	IV	768
— corticales	IV	783
— — (leurs caractères chimiques)	IV	769
— — des végétaux (composition)	IV	788
— élastiques	VI	681
— ligneuses (leurs caractères chimiques)	IV	769
— — des végétaux (composition)	IV	788
— textiles	IV	915
— — (caractères distinctifs des)	IV	929
Fibrine	VI	448
— (son analyse)	VI	451
— végétale	IV	999
Fibroïne	VI	669
Fibrose	IV	750, 752
Fiel de verre	VI	365
Fil d'acier (sa fabrication)	III	382
— de fer (sa fabrication)	III	263
Filière	III	264
Fils de la vierge	VI	670
Filtre-fontaine	I	748
Fioles philosophiques	II	872
Fiorite	I	1035
Flamme	I	337
Flans	III	1187
Flavindine	VI	225
Flavine	V	629
Fleurs	VI	809
— (leurs caractères anatomiques)	IV	794
— (leurs caractères chimiques)	IV	797
— (leur respiration)	VI	792
— argentines d'antimoine	III	848
— de sélénium	I	578
— de soufre	I	506
— de zinc	III	598
Flint-glass	II	906
Fluides animaux	VI	489
— digestifs	VI	540
— végétaux	VI	740
Fluor	I	476
— (ses combinaisons avec le brôme et avec l'iode)	I	491
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	480
— (son équivalent)	I	43
Fluorhydrate d'ammoniaque	II	470
— de cacodyle basique	IV	222
— de cinchonine	IV	592
— de fluorure de lithium	II	445
— — de potassium	I	481
— — de sodium	II	369
— de méthylène	V	487
— de morphine	IV	560
— de quinine	IV	579
— de strychnine	IV	604
Fluorures	II	940
— (caractères distinctifs des)	II	92
— (propriétés générales des)	II	92
— (préparation, dosage des)	II	93
— d'aluminium	II	662
— — et d'ammonium (double)	II	665
— — et de potassium (double)	II	664
— — et de sodium (double)	II	664
— d'antimoine	III	871
— d'argent	III	1152
— d'arsenic	I	701
— de baryum	II	509
— de benzoyle	V	601
— de bismuth	III	899
— de bore	I	1009
— de brôme	I	491
— de cacodyle	IV	227
— de cadmium	III	650
— de calcium	II	554
— de chrôme	III	490
— de cobalt	III	546
— de cuivre	III	999
— doubles formés par le fluorure d'aluminium	II	665
— d'étain	III	807
— de fer	III	127
— de glucinium	II	697

	Tom.	Pag.
Fluorure de glucinium et de potassium (double)	II	697
— d'iode	I	491
— de lithium	II	444
— de magnésium	II	614
— de manganèse	III	44
— de mercure	III	1091
— de molybdène	III	747
— de nickel	III	517
— de niobium	III	685
— de palladium	III	1328
— — — ammoniacal	III	1331
— — — bi-ammoniacal	III	1333
— de phosphore	I	663
— de plomb	III	933
— de potassium	II	176
— de sélénium	I	585
— produits artificiellement à l'état cristallisé	II	997
— de silicium	I	481, 1052
— — — et d'uranium (double)	III	587
— de sodium	II	369
— de soufre	I	576
— de stannéthyle	V	1041
— de strontium	II	530
— de tantale	III	669
— de tellure	I	591
— de thallium	III	1395
— de thorium	II	725
— — et de potassium (double)	II	725
— de titane	III	839
— de tungstène	III	722
— d'uranium	III	587
— de vanadium	III	771
— de zinc	III	612
— de zirconium	II	712
Fluosilicanilide	IV	689
Fluoxytungstates	III	722
Fluozirconates (généralités)	II	713
— de potasse	II	713
Flux blanc	II	230, IV 249
— noir	II	230, IV 249
Foie	VI	727
— d'antimoine	III	877
— de soufre	II	186
Fonctions végétales	VI	747
Fondant de Baumé	II	193
Fontaine à gaz	I	185
Fontes	III	273
— (action du chlore, du brôme, etc., sur les)	III	409
— (leur analyse)	III	408
— (affinage de la)	III	250
— (fabrication de la)	III	229
— (fabrication des objets moulés en)	III	297
— blanche	III	289
— de Berlin	I	759
Fonte émaillée	III	299
— étamée	III	299
— grise	III	288
— malléable	III	290
— — et soudable	III	293
— noire	III	288
— truitées	III	290
Force acide	I	140
— alcaline	I	140
— chimiques (définition et classification)	I	134
— comburante	I	142
— combustible	I	142
— mécaniques	I	145
— physiques	I	144
Formanilide	IV	240, 689
Forménamine	V	737
Formène	I	860
Formiates	IV	236
— d'alumine	IV	238
— d'ammoniaque	IV	237
— d'amylène	V	532
— d'argent	IV	240
— de baryte	IV	237
— de cadmium	IV	238
— de chaux	IV	238
— de chrôme	IV	238
— de cinchonine	IV	594
— de cobalt	IV	239
— de cuivre	IV	239
— de fer	IV	238
— de magnésie	IV	238
— de manganèse	IV	238
— de mercure	IV	239
— de méthylène	V	498
— — — perchloré	V	498
— de nickel	IV	238
— de plomb	IV	239
— de potasse	IV	237
— de quinine	IV	587
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquistanméthyle	V	1052
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de soude	IV	237
— de stanméthyle	V	1051
— de stannéthyle	V	1042
— de strontiane	IV	237
— d'uranium	IV	239
— de zinc	IV	238
Formobenzoylates d'argent	V	609
— de baryte	V	609
Formonétine	V	174
Formyldiphényldiamine	IV	695
Formyline	IV	670
Formylphényldiamine	IV	686
Franklinite	III	77, 222
— (son analyse)	III	403
Fraxétine	V	169

	Tom.	Pag.
Fraxine	V	168
Fromage (sa fabrication)	VI	639
— de Brie	VI	639
— de Gruyère	VI	640
— de Hollande	VI	640
— de Roquefort	VI	641
Froment (*Triticum*)	VI	810
Fruits (action de la chaleur sur les)	IV	434
— (leurs caractères anatomiques et chimiques)	IV	798
— (maturation des)	IV	435
— (de leur respiration)	VI	788
Fuchsiamine	IV	707
Fuchsine	IV 707, VI	282
— (constitution de la)	IV	709
— (ses propriétés)	VI	288
— (sa préparation)	VI	288
Fucusamide	VI	147
Fucusine	VI	147
Fucusol	VI	147
Fulmi-coton	IV	945
Fulminate d'argent	III	1160
— de mercure	III	1109
— de zinc	III	630
— — et de cadmium	III	656
Fumarates	IV	339
— d'ammoniaque	IV	340
— d'argent	IV	342
— — ammoniacal	IV	342
— de baryte	IV	340
— de chaux	IV	340
— de cobalt	IV	341
— de cuivre	IV	341
— de magnésie	IV	341
— de manganèse	IV	341
— de mercure	IV	342
— de nickel	IV	341
— de plomb	IV	341
— de potasse	IV	339
— de soude	IV	340
— de strontiane	IV	340
— de zinc	IV	341
Fumaramide	IV 325,	342
Fumier de ferme	VI	902
Fungine	IV 759,	768
Furfuramide	VI	146
Furfurine	VI	146
Furfurol	VI	145
Fusées	II	331
Fusion aqueuse	II	45
— ignée	II	45
Fustel (*Rhus cotinus*)	VI	264
Fustet	VI	264
Fustine	VI	264

G

	Tom.	Pag.
Gadolinites	II 691,	735
Gaduine	V	928
Gahnite	II 956, III	628
Gaïac	VI	176
Gaïacine	V	170
Gaïacyle	VI	176
Gaïol	VI	176
Galactose	V	98
Galbanum	VI	178
Galène	III	934
— (essai d'une)	III	968
Gallates	IV	372
— d'alumine	IV	373
— d'ammoniaque	IV	373
— d'antimoine	IV	374
— de baryte	IV	373
— de chaux	IV	373
— de cobalt	IV	374
— d'étain	IV	374
— de magnésie	IV	373
— de manganèse	IV	374
— de nickel	IV	374
— de plomb	IV	374
— de potasse	IV	373
— de quinine	IV	587
— de soude	IV	373
— de strontiane	IV	373
— de zinc	IV	374
Gallo-nitrate d'argent	III	1443
Galvanoplastie (historique)	III	1488
— (ses applications)	III	1495
— (appareils employés pour la)	III	1489
— (dissolutions métalliques usitées en)	III	1494
— (moules employés en)	III	1491
Ganglions mésentériques	VI	579
— nerveux	VI	691
Garançage	VI	323
Garance (*Rubia tinctor*) (sa culture, ses caractères)	VI	252
— (essai des)	VI	253
Gardenia	VI	266
Gastérase	VI	550
Gaude (*Reseda luteola*)	VI	330
Gaulthérates	VI	138
Gaulthérylène	VI	137
Gay-lussite	II 415,	589
Gaz (leur analyse)	VI	929
— (généralités sur les)	VI	929
— (propriétés caractéristiques des principaux)	VI	931
— (manière de les recueillir)	VI	937
— (de leur mesure)	VI	939
— de l'éclairage (produits secondaires de la fabrication du)	I	909
— — — (son altération)	I	908

	Tom.	Pag.
Gaz de l'éclairage (sa combustion)	I	902
— — — (sa consommation).	I	908
— — — (son épuration chimique)	I	888
— — — (son épuration physique)	I	886
— — — (son essai)	I	899
— des hauts fourneaux (leur emploi)	III	248
— hilarant	I	380
— de houille (fabrication du)	I	875
— intestinaux	VI	577
— des marais	I	860
— — — (séparation et dosage du)	VI	954
— oléfiant	I	865
— — (séparation et dosage du)	VI	955
— — bichloruré	V	323
— — monochloruré	V	323
— — trichloruré	V	323
— phosgène	I	824
— qui se décomposent mutuellement	VI	935
— sylvestre	I	829
Gazogène	VI	42
Gazomètre	I 185,	894
Gélatine	VI	478
— (action des corps oxydants sur la)	VI	479
— (sa combinaison avec l'acide chloreux)	VI	478
— (sa fabrication)	VI	482
Gelées végétales	IV	424
— — (production des)	IV	434
Gélin	IV	968
Genièvre (alcool de)	V	426
Gentianine	VI	264
Géologie (notions élémentaires)	I	110
Germination	VI	748
Geysérite	I	1036
Geysers	I	1031
Gibsite	II	648
Giobertite	II	621
Glaces (argenture des)	III	1188
Glacière des familles	II	378
Glaïadine	IV	364
Glandes des végétaux	IV	801
Glauberite	II 380,	569
Glaucène	I	973
Glaucine	IV	575
Glaucopicrine	IV	575
Globularésine	V	170
Globularétine	V	170
Globularine	V	170
Globules du sang	VI	492
— — — (leur examen chimique)	VI	494
Globuline	VI	459
Glu marine	VI	115
Glucine	II	689
— (son dosage)	II	693
— (sa séparation de l'alumine)	II	693
— (sa séparation de la magnésie, de la chaux, de la strontiane, de la baryte et des oxydes alcalins)	II	695
Glucinium	II	688
— (son équivalent)	I	51
Glucium	II	688
Glucosane	V	59
Glucosates de baryte	V	57
— de chaux	V	57
— de plomb	V	57
Glucose	V	50
— (action de la chaleur sur le)	V	59
— (sa fabrication)	V	61
— (leur fermentation alcoolique produite par des matières azotées autres que la levûre de bière)	V	273
— acétique	V	55
— benzoïque	V	56
— butyrique	V	54
— stéarique	V	53
Glucosides	V	139
— (leur fermentation)	V	304
Gluten	IV 990, 999, VI	471
— des farines (dosage du)	VI	826
— d'indigo	VI	204
Glutine	IV 1000, VI	471
Glycérammine	V	807
Glycérate d'ammoniaque	V	800
— de chaux	V	800
— de plomb	V	800
— de potasse	V	799
— de zinc	V	800
Glycérimonotartrates	V	802
Glycérine (historique)	V	786
— (action de l'acide acétique sur la)	V	812
— (action de l'acide arachique sur la)	V	832
— (action de l'acide azotique sur la)	V	811
— (action de l'acide brombydrique sur la)	V	806
— (action de l'acide butyrique sur la)	V	814
— (action des acides formique et oxalique sur la)	V	812
— (action de l'acide iodhydrique sur la)	V	810
— (action de l'acide margarique sur la)	V	846
— (action de l'acide oléique sur la)	V	853

	Tom.	Pag.
Glycérine (action des acides organiques sur la)	v	812
— (action de l'acide palmitique sur la)	v	828
— (action de l'acide stéarique sur la)	v	835
— (action de l'acide sulfhydrique sur la)	v	811
— (action de l'acide valérique sur la)	v	823
— (action des bromures de phosphore sur la)	v	793
— (action de la chaleur sur la)	v	791
— (action des chlorures de phosphore sur la)	v	793
— (action des éthers chlorhydriques de la glycérine sur la)	v	795
— (action des hydracides sur la)	v	803
— (action de l'iodure de phosphore sur la)	v	792
— (combinaisons acides formées par la)	v	801
— (combinaisons acides formées par l'union de l'acide tartrique et de la)	v	802
— (ses combinaisons avec divers acides organiques)	v	894
— (ses combinaisons avec les acides organiques, avec le concours des acides chlorhydrique et bromhydrique)	v	896
— (ses combinaisons avec l'alcool)	v	793
— (ses combinaisons avec l'alcool amylique)	v	794
— (ses combinaisons avec deux alcools différents)	v	795
— (composés doubles formés par l'union des acides chlorhydrique et bromhydrique avec la)	v	810
— (produits divers résultant de l'action des bromures de phosphore sur la)	v	808
— (sa fermentation alcoolique)	v	277
— (sa fermentation saccharine)	v	280
— (de sa présence constante parmi les produits de la fermentation alcoolique)	v	243
— anhydre	v	791
— bromhydroiodhydrique	v	904
— chlorhydramylique	v	904
— chlorhydrobromhydrique	v	900
— condensées	v	795
— dichlorhydrique pure	v	900
— éthylchlorhydrique	v	905
Glycide et ses dérivés	v	897
— bromhydrique	v	900
Glycide chlorhydrique	v	898
— — (action des hydracides sur le)	v	900
— — (action des oxacides sur le)	v	903
— — (action de l'eau sur le)	v	903
— chlorhydrobromhydrique	v	901
— dibromhydrique	v	902
— — (action de l'ammoniaque en solution alcoolique sur le)	v	903
— dichlorhydrique	v	901
— iodhydrique	v	901
Glycocolle	v 713,	vi 479
— (formules des principaux sels de)	v	714
— (ses composés avec les bases)	v	713
Glycols	v 313, 690,	vi 13
— et ses éthers composés (action des chlorures organiques monobasiques sur le)	v	706
— (action de l'acide azotique sur le)	v	703
— (action de l'acide chlorhydrique sur le)	v	704
— (action de l'acide iodhydrique sur le)	v	706
— (action de l'acide sulfurique sur le)	v	704
— (action du bromure d'éthylène sur le)	v	724
— (action du chlorure de zinc sur le)	v	706
— (action de l'hydrate de potasse sur le)	v	704
— (action du noir de platine sur le)	v	702
— (action du perchlorure de phosphore sur le)	v	705
— (action du potassium et du sodium sur le)	v	700
— (sa synthèse avec l'oxyde d'éthylène et l'eau)	v	721
— (sa transformation en alcool ordinaire)	v	699
— bromhydrique	v	724
— butyroacétique	v	765
— diacétique	v	763
— — (sa décomposition par l'hydrate de potasse sec)	v	697
— — (sa décomposition par l'hydrate de baryte)	v	698
— diamylénique	v	783
— dibenzoïque	v	764
— dibutyrique	v	763
— dichlorhydrique	v	730
— disodé	v	763

	Tom.	Pag.
Glycol distéarique	v	764
— divalérique	v	764
— méthylique	v	691
— monoacétique	v	761
— monobutyrique	v	762
— monochlorhydrique	v	705
— monosodé	v	701
— monovalérique	v	763
— oxalique	v	767
— succinique	v	768
— triamylénique	v	783
— valéroacétique	v	765
— vinique	v	696
Glycolamide	v	712
Glycolate d'argent	v	712
— de chaux	v	711
Glycollide	iv 271, v	712
Glycosine	iv 471, v	709
Glycyle	iv	471
Glycyrrhétine	v	172
Glycyrrhizine	v	171
Glyoxal	v	707
— (action de l'ammoniaque sur le)	v	708
Glyoxaline	v	709
Glyoxylate d'ammoniaque	v	718
— d'argent	v	719
— de baryte	v	719
— de chaux	v	718
— de potasse	v	718
— de zinc	v	719
Gommes	iv	813
— (fermentation alcoolique de la)	v	276
— (recherches sur la composition et la production des)	iv	819
— adragante	iv	817
— ammoniaque	vi	177
— arabique	iv	815
— de cerisier	iv	817
— gutte	vi	180
— d'olivier	vi	180
— Sénégal	vi	337
Gommose	vi	436
Goniomètres	i	107
Goudrons de tourbe (traitement des)	iv	894
Grain (alcool de)	v	426
Graines	vi	809
— d'Avignon	vi	264
— de Chine	vi	266
— de Perse	vi	264
Graisse humaine	v	931
— noire	vi	168
Graminées	vi	809
Granite	ii	762
Granules séminaux	vi	644
Granulose	iv	967
Graphite	i	720
Gratiolacrine	v	172
Gratiolarétine	v	172
Gratiolétine	v	172
Gratioline	v	172
Gratiosolérétine	v	173
Gratiosoline	v	172
Gravelles	vi	611
Gravure héliographique	iii	1483
— sur cuivre par la galvanoplastie	iii	1498
— sur verre	i 481, 489, ii	886
Grenat	ii	683
— (analyse des)	iii	405
— manganésifère de Franklin	iii	59
— syrien artificiel	ii	907
Grès	i	1044
— (poteries)	ii	864
— rouges	iii	220
Guanaxanthène	vi	416
Guanidine	vi	420
Guanine	vi	418
Guano	vi	908
Guanoxanthine	vi	419
Guhr magnésien	ii	605
Gutta-percha	vi	120
Gypse (sulfate de chaux hydraté)	ii	569

H

	Tom.	Pag.
Halloysite	ii	680
Harmaline	iv 610, 706, vi	279
Harmine	iv	610
Harmonica chimique	i	202
Harmotôme	ii	985
Hatchétine	vi	78
Hauérite	ii 943, iii	46
Hausmannite	iii 5,	58
Haut fourneau (théorie du)	iii	236
— — (emploi des gaz des)	iii	248
Hayésine	ii	600
Hélénène	vi	148
Hélénine	vi	148
Hélicine	v	190
Hélicoïdine	v	191
Helvine	ii	691
Hémacyanine	vi	496
Hémaphœine	vi	496
Hématéate d'ammoniaque	vi	245
Hématéine	vi	244
Hématine	vi	243
Hématite	iii	69
— brune	iii	221
— — (son analyse)	iii	395
— rouge	iii	220
Hématocristalline	vi	444
Hématoïdine	vi 445,	496
Hématosine	vi	495
Hématoxyline	vi	243

	Tom.	Pag.
Hemibromhydramide	V	807
Hemibromhydrine	V	808
Hémiédrie superposable	IV	285
— non superposable	IV	286
Hepta-iodates	II	121
Heptylène	VI	30
Hérapathite	IV	577
Hespéridine	V	198
Hévéène	VI	114
Hexabromure de benzine	VI	44
Hexaméthylénamine	V	693
Hexylène	VI	29
Hipparaffine	V	637
Hippurates	V	638
Hippurate d'ammoniaque	V	639
— d'argent	V	640
— de baryte	V	639
— de chaux	V	639
— de cobalt	V	640
— de fer	V	640
— de magnésie	V	640
— de nickel	V	640
— de plomb	V	640
— de potasse	V	639
— de soude	V	639
— de strontiane	V	639
Hisingérite	III	215
Homoanisates	V	688
Homocuminates	V	658
Hongroyage	IV	393
Houblon (*Humulus lupulus*)	VI	830
Houille	I	755, 760
— (distillation de la)	I	875
— (pouvoir calorifique des)	I	765
— (produits de la décomposition de la)	I	883
— (classification des)	I	760
— (leur commerce dans les pays étrangers)	I	793
— (leur consommation en France)	I	786
— (leur exportation)	I	785
— (leur importation en France)	I	783
— (marchés d'approvisionnement des)	I	783
Huanoquine	IV	596
Huiles (propriétés générales)	V	906
— (procédés analytiques servant à reconnaître leur pureté)	V	908
— d'amandes	V	927
— de baleine	V	927
— de bassia	V	927
— de belladone	V	927
— de ben	V	918
— de brôme	I	921
— de cachalot	V	927
— de cameline	V	927
— de camphre	V	586
— — — du *laurus camphora*	VI	110
Huile de chènevis	V	928
— de coco	V 923, VI	829
— de colza	V	928
— de croton	V	928
— de dauphin	V	928
— de *Dryobalanops camphora*	VI	109
— essentielles	VI	81
— de faine	V	928
— de fleur de reine-des-prés	VI	123
— de foie de morue	V	928
— de foie de raie	V	928
— de fusain	V	929
— de houille (bases extraites de l')	IV	685
— de laurier	V	929
— de lin	V 917, VI	832
— de madi	V	929
— de moutarde	V	929
— de muscade	V 924, VI	830
— de naphte	VI	77
— de navette	V	929
— de noisette	V	929
— de noix	V	929
— d'œillette	V	929
— d'olive	V	916
— — (action de l'acide sulfurique sur l')	V	889
— de palme	V	923
— de pétrole	VI	77
— de pin	V	930
— de piney	V	930
— de pomme de terre	V	521
— de prune	V	930
— de putois (fétide)	VI	654
— de raisin	V	930
— de résine	VI	168
— de ricin	V	919
— de sésame	V	930
— siccatives et non siccatives	V	906
— de soleil	V	930
— de son	VI	145
— de tabac	V	930
— de vin	V	374
— — — légère	V	378
— — — pesante	V	378
— de vitriol	I	520
— de xylite	V	353
Humate d'humine	IV	910
Humboldite	IV	145, 154
Humeur aqueuse	VI	648
— vitrée	VI	648
Humine	IV	910
Humus	VI	848
Hyacinthe	II	705
Hyalite	I 1035, II	909
Hydantoate de plomb	VI	396
Hydantoïne	VI	396
Hydatides	VI	666

	Tom.	Pag.
Hydracides (généralités sur les).	I	428
— (nomenclature des)	I	11
— (leur action sur les bases)	I	429
Hydramides	IV	134, 485
— (tableau des principales)	IV	137
Hydrargylite	II	648
Hydrates (définition des)	I	10
— (généralités sur les)	II	78
— d'alumine	II	647
— de chlore	I	405, 406
— d'essence de térébenthine	VI	99
— d'oxyde de zinc	III	599
— de phényle	V	970
— de potasse	II	162
— de protoxyde d'étain	III	780
— de quinine	IV	576
— de sesquioxyde de chrôme	III	459
— de térébène	VI	93
Hydraulicité des ciments (théorie de l')	III	1554
Hydrazobenzol	VI	46
Hydrindine	VI	224
— potassée	VI	224
Hydriodate de potasse	II	174
Hydrobases	IV	165
Hydrobenzamide	V	602
— (action de l'acide chlorhydrique sur l')	V	604
— (action du chlore sur l')	V	603
— trinitrée	V	611
Hydrobenzoïne	V	598
Hydrobenzyle	V	597
Hydro-boracite	II	627
Hydrobryorétine	V	149
Hydrocarbure de brôme	I	921
— de la forme $C^{2n}H^{2n-8}$	VI	59
— de la série aromatique	VI	39
— résultant de la dissolution de la fonte dans les acides	III	294
Hydrocarotine	VI	274
Hydrochrysamide	VI	273
Hydrocyanaldine	V	341, 346
Hydrocyanharmaline	IV	611
Hydroferricyanate d'ammoniaque	III	149
Hydroferrocyanate d'ammoniaque	III	143
Hydrofluoborates (propriétés générales des)	II	95
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	96
— d'alumine	II	665
— d'ammoniaque	II	471
— de baryte	II	510
— de chaux	II	555
— de lithine	II	445
— de magnésie	II	614
— de potasse	II	177
— de soude	II	369
Hydrofluosilicates (propriétés générales des)	II	94
— (caractères distinctifs des)	II	94
— (préparation, dosage des)	II	95
— d'alumine	II	665
— d'ammoniaque	II	471
— de baryte	II	510
— de chaux	II	555
— de glucine	II	697
— de lithine	II	445
— de magnésie	II	615
— de potasse	II	178
— de soude	II	370
— de strontiane	II	530
— de zircone	II	714
Hydrogène	I	199
— (son action sur l'oxygène)	I	201
— (son assimilation dans la végétation)	VI	762
— (briquet à)	I	203
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	211
— (séparation et dosage de l')	VI	953
— (son emploi pour l'éclairage)	I	910
— (son équivalent)	I	39
— allotropique	I	209
— antimonié (dérivés basiques de l')	IV	496
— arsénié ou arséniqué	I	697
— — (dérivés basiques de l')	IV	496
— bicarboné	I	865
— — monobromé	V	733
— — monochloré	V	731
— — monoiodé	V	733
— phosphoré	I	644
— — (sa combinaison avec l'acide bromhydrique)	I	647
— — (sa combinaison avec l'acide iodhydrique)	I	646
— — (dérivés basiques de l')	IV	496
— protocarboné	I	860
— silicié	I	1045
— sulfuré	I	552
— — (séparation et dosage de l')	VI	952
— — (son action sur l'essence d'amandes amères)	V	607
Hydrogénie	VI	924
Hydrogratiosolérétine	V	173
Hydroléates	V	893
Hydromellon	I	975
Hydrophane	I	1022, 1036
— artificielle	I	1030
Hydroquinon	IV	409
— bichloré	IV	416
— chlorés	IV	416
— incolore	IV	412
— perchloré	IV	417

	Tom.	Pag.
Hydroquinon trichloré	IV	417
— vert	IV	412
Hydrotimétrie	I	244
Hydrures $C^{2n}H^{2n-6}$	VI	39
— d'acétyle	IV	215
— ammoniacal de mercure.	II	461, 463
— d'amyle	V	1033, VI 8
— d'anisyle	V	679, VI 123
— de bényle	VI	12
— de benzoyle	V	593
— de butyle	VI	8
— — — (séparation et dosage)	VI	957
— de cétyle	VI	12
— de cynnamyle	V	666
— de collyle	VI	480
— de cuivre	III	1009
— de cuményle	VI	54
— de cuminyle	V	650
— de décyle	VI	11
— de duodécyle	VI	12
— d'éthyle	VI	7
— — — (séparation et dosage de l')	VI	956
— de fer	III	85
— de gaïacyle	VI	176
— d'heptyle	VI	11
— d'hexadécyle	VI	12
— d'hexyle	VI	9
— de mercure ammoniacal	II	463
— de méthyle	I	860, VI 7
— de nitrobenzoyle	V	610
— de nonyle	VI	11
— d'octyle	VI	11
— d'œnanthyle	V	920
— d'opianyle	IV	567
— d'oxynaphtyle	VI	70
— de pentadécyle	VI	12
— de phényle	VI	40
— de platine	III	1266
— de potassium	II	153
— de propyle	VI	8
— — — (séparation et dosage de l')	VI	956
— des radicaux alcooliques	VI	4
— de salicyle	VI	123
— de sulfazobenzoyle	V	608
— de sulfobenzoyle	V	607
— — — nitré	V	610
— de thymol	VI	56
— de tétradécyle	VI	12
— de toluényle	VI	48
— de tridécyle	VI	12
— d'undécyle	VI	12
— de xylényle	VI	54
Hyocholates	VI	438
Hyodyslysine	VI	438
Hyoscyamine	IV	683
Hypersthène (analyse de l')	III	405
Hypersulfomolybdates	III	752
— d'ammoniaque	III	752
— d'argent	III	1168
— de baryte	III	752
— de cérium	III	753
— de chaux	III	753
— de chrôme	III	753
— de cobalt	III	753
— de cuivre	III	1028
— d'étain	III	816
— de fer	III	753
— de glucine	III	753
— de lithine	III	752
— de magnésie	III	753
— de manganèse	III	753
— de mercure	III	1122
— de nickel	III	753
— de potasse	III	752
— de soude	III	752
— de strontiane	III	752
— d'uranium	III	753
— d'yttria	III	753
— de zinc	III	753
Hypo-azotates de plomb	III	940
Hypo-azoture de niobium	III	686
Hypochlorate d'anisamine primaire	V	679
— — secondaire	V	679
Hypochlorites (propriétés générales des)	II	119
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	119
— d'ammoniaque	II	479
— de chaux	II	560
— de cuivre	III	1012
— de magnésie	II	617
— de plomb	III	942
— de potasse	II	215
— de soude	II	391
— de zinc	III	619
Hypochlorure de niobium	III	682
Hyponiobates	III	675
— (leurs caractères distinctifs)	III	678
— de peroxyde de fer	III	676
— de potasse	III	675
— de soude	III	675
Hypophosphates (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	136
Hypophosphite d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	490
— de baryte	II	522
— de cadmium	III	655
— de chaux	II	599
— de cobalt	III	556
— de cuivre	III	1021

	Tom.	Pag.
Hypophosphite de fer	III	211
— de glucine	II	700
— de magnésie	II	626
— de manganèse	III	56
— de nickel	III	525
— de plomb	III	953
— de potasse	II	251
— de soude	II	419
— de strontiane	II	534
— de zinc	III	626
Hyposulfarsénite de potasse	II	189
— de soude	II	372
Hyposulfate d'alumine	II	676
— d'ammoniaque	II	481
— d'argent	III	1162
— de baryte	II	519
— de cadmium	III	655
— de chaux	II	579
— de chrôme	III	501
— de cinchonine	IV	593
— de cobalt	III	554
— de cuivre	III	1018
— de fer (protoxyde)	III	206
— — — (sesquioxyde)	III	207
— de magnésie	II	620
— de manganèse	III	53
— de mercure	III	1113
— de nickel	III	524
— d'oxyde de rubidium	III	1420
— de plomb	III	945
— de potasse	II	221
— de quinine	IV	585
— de soude	II	389
— de strontiane	II	533
— de zinc	III	624
Hyposulfites (généralités)	II	124
— d'ammoniaque	II	482
— d'argent	III	1162
— de baryte	II	519
— de cadmium	III	655
— de chaux	II	578
— de cinchonine	IV	592
— de cobalt	III	555
— de cuivre	III	1018
— d'étain	III	813
— de fer (protoxyde)	III	207
— de magnésie	II	620
— de manganèse	III	53
— de mercure	III	1115
— de nickel	III	524
— d'or et de soude	III	1222
— de plomb	III	946
— de potasse	II	221
— de quinine	IV	585
— de soude	II	388
— de strontiane	II	533
— de thallium	III	1399
— de zinc	III	624
Hyposulfophosphite d'argent	III	1167
— de cuivre	III	1027
— de zinc	III	630
Hypoxanthine	VI	417

I

	Tom.	Pag.
Ichthidine	VI	474, 659
Ichthine	VI	473, 659
Ichthyline	VI	475, 659
Ichthyocolle	VI	485
Icicane	VI	174
Igasurine	IV	609
Igloïte	II	584
Igname (*Dioscorea japonica*)	VI	799
Ilicine	V	199
Imabenzyle	V	597
Images photochromatiques	III	1440
Imasatine	VI	221
Imésatine	VI	221
— chlorée	VI	221
Imides	IV	139
— (tableau des principales)	IV	140
Impression	VI	308
— genre application	VI	343
— — garancine	VI	342
— — teinture	VI	341
— des tissus	VI	336
Indélibrôme	VI	221
Indican	VI	211, 587, 589
Indigo	VI	199
— (action de l'acide sulfurique sur l')	VI	212
— (action des corps désoxydants sur l')	VI	211
— (action des corps oxydants sur l')	VI	216
— (brun d')	VI	202
— (composition de l')	VI	202
— (principales variétés d')	VI	201
— (résine rouge d')	VI	202
— (rouge d')	VI	202
— (son emploi dans la peinture)	VI	366
— blanc	VI	211
— bleu	VI	209
— — (action de la potasse sur l')	VI	225
Indigotate de méthyle	VI	140
Indigotine	VI	209
Indine	VI	224
— potassée	VI	224
Indisine	IV	706, VI 279
— (sa constitution)	IV	708
Indium	III	1426
— (composés de l')	III	1428
Industrie houillère (son importance en France)	I	773

	Tom.	Pag.
Inosates	VI	430
Inosite	V 111, VI	430
Inquartation	III	1229
Insolinate d'argent	V	660
— de baryte	V	660
— de chaux	V	660
— de potasse	V	660
Inspiration des plantes (phénomène d')	VI	761
Inuline	IV	986
Iodacétine du glycol	V	766
Iodal	V	370
Iodaniline	IV	696
Iodanisate d'argent	V	688
Iodates (propriétés générales des)	II	120
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	121
— d'alumine	II	667
— d'ammoniaque	II	479
— d'argent	III	1160
— de baryte	II	515
— de bismuth	III	905
— de cadmium	III	653
— de chrôme	III	495
— de cinchonine	IV	592
— de cobalt	III	553
— de cuivre	III	1013
— d'étain	III	812
— de fer (protoxyde)	III	195
— — — (sesquioxyde)	III	195
— de lithine	II	447
— de magnésie	II	617
— de manganèse	III	54
— de mercure	III	1109
— de nickel	III	522
— de potasse	II	216
— — — acides	II	216
— de quinine	IV	579
— de soude	II	392
— de strontiane	II	532
— de strychnine	IV	605
— d'uranium (peroxyde)	III	588
— — — (protoxyde)	III	588
— de zinc	III	620
Iode	I	454
— (sa combinaison avec l'azote)	I	472
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	475
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	474
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	468
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	462
— (son dosage)	I	459
— (son dosage dans les substances organiques)	IV	85
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	20
— (son équivalent)	I	43
— (dissémination de l')	II	175
Iodhydrate d'acide toluamique	V	648
— d'ammoniaque	II	470
— d'amylène	V 528, VI	27
— d'amyl-lépidine	IV	715
— d'amylpipéridine	IV	681
— de cajeputène	VI	152
— de camphène	VI	98
— de cinchonine	IV	591
— de codéine	IV	565
— de diéthylamarine	V	606
— de diéthylène-diamine tétraméthylique	V	738
— d'éthylcaprylamine	IV	732
— d'éthylcodéine	IV	564
— d'éthylconine	IV	615
— d'éthylène-diamine hexaméthylique	V	738
— d'éthylmorphine	IV	554
— d'éthylquinine	IV	577
— d'éthylstrychnine	IV	602
— d'hydrogène phosphoré	I	471
— — sulfuré	I	471
— d'iodure de silicium	I	1052
— de méthylamine	IV	727
— de méthylbrucine	IV	608
— de méthylcinchonine	IV	590
— de méthylène	V	487
— de méthyl-lépidine	IV	715
— de méthyl-lutidine	IV	715
— de méthylmorphine	IV	554
— de méthylquinine	IV	577
— de méthylstrychnine	IV	603
— de morphine	IV	560
— de papavérine	IV	574
— de pipéridine	IV	679
— de quinine	IV	579
— de strychnine	IV	604
Iodhydrines	V	810
— du glycol	V	706
Iodite de soude	II	392
Iodoacétates	IV	201
Iodobenzoates	V	630
Iodocinchonine	IV	590
Iodocodéine	IV	563
Iodocyanure de potassium	II	179
— de stannéthyle	V	1041
Iodoforme	V	504
— (son action sur la triéthylphosphine)	V	753
Iodomercurates	III	1090
— de nicotine	IV	630
Iodomorphine	IV	554
Iodonicotine	VI	627, 631
Iodophénylcitraconimide	IV	321, 697
Iodoquinine	IV	577

	Tom	Pag.
Iodures (propriétés générales des)	II	89
— (caractères distinctifs des)	II	90
— (préparation, dosage des)	II	91
— d'acétyle	IV	200
— d'acides organiques (généralités)	IV	125
— d'allyle	V	565, 998
— d'aluminium	II	661
— d'amidon	I	455, IV 980
— d'antimoine	III	869
— d'argent	III	1152
— d'arsendiéthyle	V	1006
— d'arsénéthylium	V	1010
— d'arsenic	I	701
— d'arsenméthylamylium	V	1014
— d'arsentriéthyle	V	1010
— d'azote	I	388, 472
— de baryum	II	509
— de benzoyle	V	601
— de bismuth	III	896
— de bismuthéthyle	V	1060
— de cacodyle	IV	227
— de cacoplatyle	IV	226
— de cadmium	III	650
— de calcium	II	553
— de carbone	I	922
— de cétyle	V	558
— de chrôme	III	490
— de cobalt	III	546
— de cuivre	III	999
— de cyanogène	I	967
— de diéthylène-diéthyltriamine	V	741
— de diéthyllophinium	V	606
— de diméthylpipérylammonium	IV	680
— de distannéthyle	V	1049
— d'éthyle (son action sur le glycol sodé)	V	701
— d'éthyle-créatinine	VI	426
— d'éthylène	V	732
— de fer	III	126
— de glucinium	II	697
— d'iridium	III	1309
— de lithium	II	444
— de magnésium	II	614
— de manganèse	III	44
— de mercure	III	1088
— — — intermédiaire	III	1091
— de mercurosétyle	V	1079
— de mercurosométhyle	V	1081
— de mésityle	IV	212
— de méthylenstannéthyle	V	1038
— de méthylnicotine	IV	632
— de molybdène	III	746
— de nickel	III	517
— obtenus à l'état cristallisé	II	996
— d'or	III	1219
— de palladium	III	1327
— — — ammoniacal	III	1331
Iodure de palladium bi-ammoniacal	III	1332
— de phosphamyltriéthylium	IV	740
— de phosphamyltriméthylium	IV	742
— de phosphéthylium	IV	739
— de phosphéthyltriméthylium	IV	742
— de phosphométhylium	IV	741
— de phosphométhyltiréthylium	IV	740
— de phosphore	I	662
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	30
— de platine	III	1262
— — — ammoniacal	III	1273
— — — bi-ammoniacal	III	1275
— de plomb	III	931
— — — bleu	III	932
— de potassium	II	172
— de propylène	VI	20
— de rubidium	III	1418
— de sesquiplombamyle	V	1056
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquiplombométhyle	V	1056
— de sesquistanméthyle	V	1051
— de sesquistannéthyle	V	1043
— de silicium	I	1052
— de sodium	II	369
— de soufre	I	576
— de stanméthyle	V	1050
— de stannéthyle	V	1040
— de stibéthyle	V	1065
— de stibéthylium	V	1069
— de stibméthylium	V	1071, 1073
— de stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1069
— de strontium	II	530
— de styryle	V	663
— de tellure	I	591
— de tellurométhyle	V	494
— de tétraméthylammonium	IV	728
— de tétréthylammonium	IV	723
— de tétréthylammonium et de mercure (double)	IV	723
— de thallium	III	1394
— de titane	III	839
— de triéthyltoluénylammonium	VI	52
— de tungstène	III	721
— de vanadium	III	771
— de zinc	III	611
Iridium	III	1304
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1305
— (son équivalent)	I	66
— (son extraction)	III	1314
Iris de l'œil	VI	725
Irrigations	VI	875
Isamate d'ammoniaque	VI	221
Isamide	VI	222
— bichlorée	VI	222

	Tom.	Pag.
Isamide quadrichloré	VI	222
Isatane	VI	223
Isatates	VI	218
Isathyde	VI	222
Isatiline	VI	222
Isatimide	VI	222
Isatine	VI 210,	216
— (ses dérivés ammoniacaux)	VI	221
— (ses dérivés chlorés et bromés)	VI	218
Isatite d'argent	VI	217
— de potasse	VI	217
Isatosulfite de potasse	VI	217
Isérine	III	830
Iséthionate d'ammoniaque	V	378
— de baryte	V	378
— de cuivre	V	378
— de potasse	V	378
Isocajeputène	VI	152
Isomérie	I	618
Isoméro-morphisme	IV	590
Isonitrophénates	V	976
Isoprène	VI	119
Isopurpurates	V	981
Isotartrates	IV	265
Isotérébenthène	VI	89
Isotribromhydrine	V	809
Itaconanilide	IV	318
Itaconates	IV	307
— d'ammoniaque	IV	308
— d'argent	IV	309
— de baryte	IV	308
— de chaux	IV	308
— de cuivre	IV	309
— de magnésie	IV	309
— de manganèse	IV	309
— de mercure	IV	309
— de nickel	IV	309
— de potasse	IV	308
— de soude	IV	308
— de strontiane	IV	308

J.

	Tom.	Pag.
Jade	II	683
Jais	I	759
Jalappine	V 153, VI	179
Jalappinol	V	154
Jaspe	I	1043
Jaune	VI	330
— d'aniline	VI	286
— d'antimoine	VI	356
— au bois jaune	VI	330
— de Cassel	VI	356
— au chromate	VI	331
— de chrôme	VI	357
— de Cologne	III 955, VI	358
— français	VI	298
— au fustet	VI	330
Jaune indien	VI 266,	358
— de Kassler	III	930
— de Mars	VI	355
— minéral	III 930, VI	356
— de Naples	III 957, VI	357
— de Paris	III 930, VI	356
— au quercitron	VI	330
— de rhubarbe	VI	240
— de Turner	III 930, VI	356
— de Vérone	III 930, VI	356
Jayet	I	759
Jervine	IV	683
Jus de raisin (leur analyse par la saccharimétrie optique)	V	88

K

	Tom.	Pag.
Kæmpféride	V	199
Kaolins	II	683
Karélinite	III	900
Karsténite	II	569
Kérazine	VI	356
Kermès	III 875, VI	259
— (théorie de sa préparation)	III	876
Kirschwasser	V	427
Klaprothine	II	679
Klingstein	II	683
Kupfernickel	III	528
Kyanol	IV	685
Kyste	VI	666

L.

	Tom.	Pag.
Labradorite	II	681
Lac-dye	VI 173,	259
Lac-laque	VI 173,	259
Lactaméthane	V	774
Lactamide	IV	355
Lactates	IV	356
— d'ammoniaque	IV	356
— d'antimoine	IV	361
— d'argent	IV	362
— de baryte	IV	356
— de bismuth	IV	360
— de cadmium	IV	360
— de chaux	IV	357
— de chrôme	IV	359
— de cobalt	IV	360
— de cuivre	IV	361
— diéthylique	V	773
— doubles	V	772
— d'étain	IV	360
— de fer	IV	359
— de magnésie	IV	359
— de manganèse	IV	359
— de mercure	IV	361
— monoéthylique	V	773

	Tom.	Pag.
Lactates de nickel	IV	360
— de plomb	IV	360
— de potasse	IV	356
— — — et de chaux	V	772
— de quinine	IV	587
— de soude	IV	356
— — — et de chaux	V	772
— — — et de zinc	V	772
— de strontiane	IV	357
— d'uranium	IV	361
— de zinc	IV	359
Lactéthylamide	V	775
Lactide	IV	355
Lactine	V	97
Lactodensimètre	VI	629
Lactone	IV	355
Lactoprotéine	VI	631
Lactoscope	VI	629
Lactose	V	97
Lactosuccinate diéthylique	V	777
Lactucine	V	199
Lactucone	V	199
Lactyle	IV	357
Lagoni	I	994
Laine	VI	675
Lait	VI	616
— (cendres du)	VI	623
— (sa coagulation)	VI	619
— (sa composition chimique)	VI	619
— (essai du)	VI	628
— (méthodes d'analyse du)	VI	624
— (son parfum)	VI	634
— de chaux	II	540
— de crème	VI	636
— virginal	VI	188
Laitier	III	229
— (analyse des)	III	429
Laiton	III	1030
— (fabrication du)	III	1031
— (analyse du)	III	1043
— (étamage du)	III	1042
— (zincage du)	III	1043
Lake-ore	III	221
Lampe au magnésium	II	604
— de sûreté	I	334
Lana philosophica	III	598
Lanthane	II	749
— (son équivalent)	I	53
Lapis-lazuli	II	430
Laques	II	648
— carminée	VI	257
— de Fernambouc	VI	361
— de garance	VI	360
— minérale	VI	355
Larderellite	I	995
Larmes	VI	649
— bataviques	II	872
Latex	IV 772,	801
Laurine	V	199
Laurostéarates	V	826
Laurostéarine	V	825
Laves	II	762
Lazulite	II	430
Lécanorates	VI	230
Leedsite	II	518
Légumine	VI 458,	472
Légumineuses	VI	835
Lépidine	IV	715
Lépidolithe	II	438
Leucaniline	VI	285
Leucates	VI	469
Leucine	V 385, VI	465
Leucophane	II	691
Leucorcéine	VI	237
Leukol	IV	711
Lévulosane	V 11,	65
Lévulose	V	64
— (action de la chaleur sur le)	V	65
Levûre de bière (ses propriétés)	V	223
— — — (de sa nature et de son rôle dans la fermentation)	V	218
— — — (de sa reproduction dans une liqueur contenant du sucre, un sel ammoniacal et des phosphates, ou bien dans un milieu albumineux)	V	227
— — — (développement et reproduction de la)	V	225
— — — (sa composition chimique)	V	231
— lactique	V	290
Liber	IV	783
Lichénine	IV	988
Liége	IV	911
Ligaments	VI	690
Ligneux	IV	743
Lignin	IV 746,	968
Ligniréose	IV	746
Lignite	I 755,	759
— (ses gisements en France et en Algérie)	I	780
— compacte et parfait	IV	896
— xyloïdes	IV	896
Lignone	IV 746, V	478
Lignose	IV	746
Limacine	VI	488
Limes (fabrication des)	III	381
Limonine	V	199
Lin (*Linum usitatissimum*)	IV 922, VI	832
Liocome	IV	985
Lipates	V	883

	Tom.	Pag.
Liquation	III	1203
Liqueur de Cadet	IV	188
— de cailloux	II	252
— de ferraille	IV	191
— de Fowler	II	252
— fumante de Boyle	II	475
— — de Cadet	IV	217
— — de Libavius	III	802
— des Hollandais	I 867,	V 730
— — — bichlorée	V	731
— — — trichlorée	V	731
— hydropiques (analyse des)	VI	653
— de Pearson	II	420
Liquidambar	VI	187
Liquide céphalo-rachidien	VI	647
— de l'œil	VI	648
— des membranes séreuses	VI	652
Liriodendrine	V	200
Litharge	III	911
Lithine	II	436
— (son dosage)	II	441
— (minéraux de)	II	452
— (sa séparation de la potasse)	II	442
— (sa séparation de la potasse et de la soude)	II	442
— (sa séparation de la soude)	II	442
Lithium	II	435
— (ses propriétés)	II	435
— (alliages de)	II	451
— (son équivalent)	I	49
— (sa préparation)	II	436
Lithofellates	VI	440
Lithophotographie	III	1486
Loams	VI	846
Lobéline	IV	683
Lois de Berthollet	II	67
— de Berzelius	I	24
— de Dalton	I	25
— de Dulong et Petit	I	26
— de Gay-Lussac	I	25
— de l'isomorphisme	I	31
— relatives à la composition des sels	II	44
— de Richter	I	21
— de Wenzel	I	19
Lo-kao	VI	274
Lophine	V 603,	606
Loweite	II	380
Lumière électrique	I	739
Lune cornée	III	1149
Lupuline	V	468
Lutéoline	VI	263
Lutidine	IV	714
Lydienne	III	1227
Lymphe	VI	582
— de l'âne (analyse de la)	VI	583
— de l'homme (analyse de la)	VI	583

M

	Tom.	Pag.
Macène	VI	112
Macle	II	680
Madréporite	II	584
Maerl	VI	888
Magenta	VI	282
Magisterium bismuthi	III	904
— opii	IV	553
Magnéséthyle	V	1021
Magnésie	II	605
— (son dosage)	II	608
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son dosage dans les os)	VI	713
— (sa séparation de la baryte et de la strontiane)	II	610
— (sa séparation de la chaux, de la potasse, de la soude et de la lithine	II	611
— (son emploi dans l'analyse organique)	IV	13
— (sa présence dans le règne végétal	IV	873
— amiantoïde	II	606
— blanche des pharmacies	II	622
— carbonatée	II	937
— caustique	II	605
— hydratée	II	605
— native	II	605
— noire	III	1
Magnésite	II	628
Magnésium	II	603
— (son équivalent)	I	49
— cristallisé	II	50
Maillechor	III	1041
Maïs (*Zea maïs*)	VI	816
Malachite	II 939,	III 1023
Malakon	II	719
Malamide	IV 343,	346
Malates	IV	324
— d'alumine	IV	329
— d'ammoniaque	IV	324
— d'antimoine et de potasse	IV	331
— — et d'ammoniaque	IV	331
— d'argent	IV	332
— de baryte	IV	325
— de chaux	IV	326
— d'étain	IV	330
— de fer	IV	329
— de lithine	IV	325
— de magnésie	IV	328
— de manganèse	IV	329
— de mercure	IV	331
— de plomb	IV	330
— de potasse	IV	324

	Tom.	Pag.
Malate de soude	IV	324
— de strontiane	IV	325
— d'yttria	IV	329
— de zinc	IV	329
Maléates	IV	334
— d'ammoniaque	IV	335
— d'argent	IV	338
— de baryte	IV	335
— de chaux	IV	336
— de cuivre	IV	337
— de cuprammonium	IV	337
— de fer	IV	337
— de magnésie	IV	336
— de mercure	IV	338
— de nickel	IV	337
— de plomb	IV	337
— de potasse	IV	334
— de soude	IV	334
— — et de potasse	IV	335
— de strontiane	IV	336
— de zinc	IV	337
Malt	VI	817
Malthacite	I	1036
Malthose	V	276
Manganates	III	10
— de potasse	III	10
— de soude	III	12
Manganèse	III	1
— (son alliage avec le fer)	III	189
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	4
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	54
— (sa préparation)	III	2
— (ses propriétés)	III	1
— barytique	III	58
— carbonaté	II	938
— sulfuré	II	943
Manganite	III	6
Mannide	V	118
Manniphosphate de chaux	V	122
Mannitane	V	117
Mannitartrate d'argent	V	120
— de chaux	V	120, 122
— de magnésie	V	123
— de plomb	V	120
Mannite	V	113
— (ses combinaisons avec les acides)	V	120
— (sa fermentation alcoolique)	V	277
— (sa fermentation saccharine)	V	280
— acétique	V	123
— benzoïques	V	126
— butyriques	V	123
— chlorhydrique	V	120
— nitrique	V	113, 120
— oléique	V	125
Mannite palmitique	V	124
— stéariques	V	125
Marais salants	II	360
Marbres	II	586
Margaramide	V	853
Margarates	V	850
— de méthylène	V	850
— principaux (tableau des)	V	851
Margarine	V	829, 846
— naturelle	V	847
— — (son identité avec les margarines artificielles)	V	848
Margarone	V	861
Marnage des terres	VI	885
Marnes	II	686, VI 885
Maroquin	IV	391
Marron (couleur)	VI	333
Marsh (appareil de)	I	684
Massicot	III	911
— (son emploi dans l'analyse organique)	IV	13
Mastics	II	841, VI 170
Matériaux hydrauliques (considérations théoriques sur le rôle de la silice, de l'alumine, etc., dans les)	II	786
— — (travaux de M. Chatoney sur l'analyse des)	II	771
— — (travaux de M. Rivot sur les)	II	771
— — (travaux de M. Vicat sur les)	II	815
— — (déductions tirées des travaux de M. Vicat sur les)	II	831
Matières albumineuses (action des alcalis sur les)	VI	470
— — (action des corps oxydants sur les)	VI	469
— albuminoïdes	VI	446
— amylacées (résumé des observations physiologiques faites sur les)	IV	960
— animales (putréfaction des)	VI	733
— colorantes (liste des principales)	VI	197
— — artificielles	VI	277
— — du bois de Brésil	VI	259
— — du bois de campêche	VI	242
— — du bois de santal	VI	269
— — de la carotte	VI	273
— — du carthame	VI	261
— — de la cochenille	VI	257
— — dérivées de l'acide phénique	VI	292
— — — de la fuchsine	VI	289
— — — de la lépidine et de la quinoléine	VI	296

	Tom.	Pag.
Matières colorantes dérivées de la naphtaline	VI	298
— — des fleurs	IV	809
— — de la garance	VI	245
— — des lichens	VI	226
— — du Morinda citrifolia	VI	271
— — de l'orcanette	VI	269
— — organiques naturelles (généralités)	VI	193
— — du quercitron	VI	262
— — du sang	VI	495
— — des tests de crustacés	VI	719
— — des végétaux	VI	276
— — verte des feuilles	IV	804
— extractives (leur dosage dans l'urine)	VI	595
— fulminantes	IV	959
— gélatineuses	VI	476
— glycogène du foie	VI	730
— grasses du cerveau	V	944
— — de la levûre de bière (leur origine pendant la fermentation)	V	233
— incrustante des végétaux	IV	745
— inorganiques (de leur assimilation dans la végétation)	VI	793
— organiques (caractères qui servent à les distinguer comme espèces)	IV	47
— — azotées (leur analyse)	IV	74
— — — (de leur rôle dans la végétation)	VI	787
— protéiques	VI	446
— sucrées	V	1
— — des fruits acides	V	66
— tinctoriales	VI	193
— — dérivées de l'aniline	IV	706
— — dérivées de l'aniline (leur constitution)	IV	708
Maturation des fruits	IV	435
Mécanique chimique	I	133
Mèches des bougies	V	957
Méconamide	IV	401
Méconates	IV	398
— d'ammoniaque	IV	399
— d'argent	IV	401
— de baryte	IV	399
— de chaux	IV	400
— de cuivre	IV	401
— d'étain	IV	400
— de fer	IV	400
— de mercure	IV	401
— de morphine	IV	561
— de plomb	IV	400
— de potasse	IV	398
— de soude	IV	399
— d'yttria	IV	400
Méconine	IV	571
Méconium	VI	572
Médailles (leur fabrication)	III	1186
Médullin	IV	968
Médullose	IV	750, 752
Mégisserie	IV	394
Mélaïne	VI	663
Mélam	I	973
Mélamine	I	973
Mélampyrate de baryte	V	131
— de cuivre	V	131
— de plomb	V	131
Mélampyrite	V	130
Mélanges (définition des)	I	6
— détonant	I	202
— frigorifiques	II	60
Mélaniline	IV	698
— bibromée	IV	698
— bichlorée	IV	698
— bi-iodée	IV	698
— binitrée	IV	698
Mélanoxymide	IV	698
Mélasses	V	30
— (leur analyse par la saccharimétrie optique)	V	86
— (leur emploi)	V	41
Mélathine	IV	214
Mélène	V 562,	VI 33
Méléziose	V	107
Mélissine	V	561
Mélitose	V	102
Mellitate d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	487
— — (ses composés dérivés)	I	857
— de baryte	II	524
— de chaux	II	589
— de cinchonine	IV	593
— de magnésie	II	624
— de potasse	II	234
— de quinine	IV	585
— de soude	II	416
— de strychnine	IV	605
Mellite	II	680
Mellon et ses dérivés	I	974
Mellonhydrate d'ammoniaque	II	473
Mellonures	I	975
— (généralités)	II	100
— de calcium	II	557
— de magnésium	II	616
— de potassium	I 975,	II 183
— de sodium	II	370
Membranes (fausses)	VI	681
— fibreuses	VI	681
— muqueuses	VI	681
— séreuses	VI	681
Ménaphtylamine	VI	71
Ménates	IV	268
Mendipite	VI	356
Ménispermine	IV	683

	Tom.	Pag.
Ményanthine	IV	986
Mer de quinova	IV	418
Mercaptan	V	390
— acétylique	V	342
— allylique	V	566
— amylique	V	530
— butylique	V	516
— caproylique	V	539
— cétylique	V	559
— méthylique	V	489
— sélénié	V	392
Mercapture de plomb	V	390
Mercure	III	1063
— (ses alliages ou amalgames).	III	1103
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1065
— (son dosage)	III	1069
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	64
— (sa métallurgie)	III	1132
— (son extraction à Almaden)	III	1133
— (son extraction à Idria)	III	1134
— (son extraction par la chaux)	III	1133
— (sa recherche dans les cas d'empoisonnement)	III	1130
— (sa séparation de l'antimoine)	III	1077
— (sa séparation de l'étain)	III	1078
— doux à la vapeur	III	1081
— pur (préparation du)	III	1064
— soluble d'Hannemann	III	1126
Mercuréthyle	V	1077
Mercurométhyle	V	1080
Mercuroséthyle	V	1078
Mercurosométhyle	V	1080
Mère de vinaigre	IV	177
Mésaconates	IV	315
— d'ammoniaque	IV	315
— d'argent	IV	315
— de baryte	IV	315
— de chaux	IV	315
— de cuivre	IV	315
— de plomb	IV	315
— de potasse	IV	314
— de soude	IV	314
Mésamylin	IV	968
Mésite	V	478
Mésitène	V	478
Mésitylène	IV 212, V	353
Mésitylol	IV	212
Mésoxalates	VI	410
Méta-antimoniates	III	849
— — d'ammoniaque	III	855
— — de potasse (neutre)	III	852
— — de soude	III	854
Métacétamide	V	21
Métacétonate d'ammoniaque	V	19
— d'argent	V	20
Métacétonate de baryte	V	20
— de chaux	V	20
— de cuivre	V	20
— de plomb	V	20
— de potasse	V	19
— de soude	V	19
Métacétone	V	18
Métacétonitrile	V	21
Métacétonone	V	21
Métacinnaméine	VI	185
Métacinnamène	VI	60
Métaglycérine	V	796
Métal des cloches	III	1041
— du prince Robert	III	1030
Métalbumine	VI	459
Métaldéhyde	V	342
Métalloïdes (définition des)	I	6
— (leur action sur les métaux).	II	31
— (leurs classifications)	II	1
— produits artificiellement à l'état cristallisé	II	988
Métamargarates	V	891
Métamylène	VI	32
Métanaphtaline	VI	76, 168
Métapectine	IV	427
Métaphosphate de cuivre	III	1020
— de plomb	III	952
— de soude	II	419
— de thallium	III	1401
Métastannates	III	782
— de potasse	III	783
— de protoxyde d'étain	III	783
— de soude	III	783
Métastyrol	VI	60
Métatartrates	IV	264
Métatérébenthène	VI	89
Métatungstates	III	706
— d'alumine	III	711
— d'ammoniaque	III	709
— d'argent	III	1166
— de baryte	III	710
— de cadmium	III	711
— de cérium	III	711
— de chaux	III	710
— de cobalt	III	711
— de didyme	III	711
— de fer	III	711
— de glucine	III	711
— de lantane	III	711
— de lithine	III	710
— de manganèse (protoxyde)	III	711
— de nickel	III	711
— de plomb	III	956
— de potasse	III	708
— de soude	III	709
— de strontiane	III	710
— de zinc	III	711
Métaux	II	1

	Tom.	Pag.
Métaux (généralités sur les)	II	22
— (définition des)	I	6
— (leurs classifications)	II	1
— (leur action sur les dissolutions salines)	II	58
— (leur dosage dans les analyses organiques)	IV	89
— cristallisés	II	47
— de la mine de platine (leur classification d'après M. Claus)	III	1379
— non précipités de leur dissolution acide par l'acide sulfhydrique libre, mais précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque (tableau des)	III	1508
— précieux (affinage des)	III	1232
— précipités de leur dissolution acide par l'acide sulfhydrique (tableau des)	III	1507
— produits artificiellement à l'état cristallisé	II	989
Métaxite	II	629
Météorisation	VI	578
Météorites (leur analyse)	III	384
Méthide ammonioborique	V	1019
— borique	V	1018
Méthode générale pour obtenir cristallisés divers corps solubles	II	52
Méthol	V	478
Méthylacétone	V	354
Méthylacétyle	IV	211
Méthylal	V	478
Méthylamine	IV	725
— (action de l'éther métylbromhydrique sur la)	IV	727
Méthylaniline	IV	687, 703
Méthylate de potasse	V	475
— de soude	V	475
Méthylcinchonine	IV	590
Méthylconine	IV	615, 617
Méthylcyaniline	IV	703
Méthyle	V	993
Méthylène	V	475, VI 18
Méthylenstannéthyle	V	1038
Méthyléthylamylamine	IV	725
Méthyléthylaniline	IV	688, 702
Méthyliaque	V	326, 500
Méthylnicotine	IV	631
Méthylodithionate	V	1032
Méthylpipéridine	IV	678, 679
Méthylpipérylurée	IV	678
Méthylquinine	IV	577
Méthylsalicylates	VI	138
Méthylsinnamine	IV	717
Méthylstannéthyle	V	1038
Méthylthiosinnamine	IV	716
Méthyluramine	VI	429
Méthylure d'acétyle	IV	215
Méthylure de chloracétyle	IV	215
Méthylurée	VI	380, 384
Méthyluriaque	VI	429
Métœnanthol	V	920
Micas à un axe ou à deux axes	II	629
— rose	II	435
Michaélite	I	1036
Millefiori	II	906
Minakanite	III	829
Mine orange	III	947
— de platine (traitement du résidu de la)	III	1347
— de plomb	I	720
Minerais (préparation mécanique des)	III	225
— d'antimoine (traitement des)	III	882
— de cuivre (leur traitement par le procédé de MM. Rivot et Phillips)	III	1060
— de cuivre oxydés (traitement des)	III	1049
— de cuivre sulfurés (traitement des)	III	1051
— d'étain	III	816
— — — (essai d'un)	III	820
— de fer (analyse des)	III	384
— — — (leur essai)	III	434
— de fer compactes (leur analyse)	III	397
— de fer en grains	III	221
— — — en grains (leur analyse)	III	396
— de fer oolithiques	III	221
— — — oolithiques (leur analyse)	III	396
— de manganèse	III	58
— de platine	III	1286
— — — (leur analyse)	III	1358
— — — (leur analyse par la méthode de Berzelius)	III	1359
— — — (leur analyse par la méthode de M. Claus)	III	1362
— — — leur analyse par la méthode de M. Dœbereiner)	III	1367
— — — (leur analyse par la méthode de MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray)	III	1364
— — — (essais des)	III	1375
— — — (leur traitement par la voie humide)	III	1287
— — — (leur traitement par voie mixte)	III	1291

	Tom.	Pag.
Minerais de platine (leur traitement par voie sèche)	III	1289
— de plomb (essai des)	III	968
— de plomb oxydés (traitement des)	III	966
— de plomb sulfurés (traitement des)	III	958
— de titane	III	843
— de zinc	III	631
— — — (essai d'un)	III	642
Minéraux (mode de gisement des)	I	128
— (production artificielle des)	II	910
— (leur production artificielle par les méthodes électrochimiques de M. Becquerel)	II	968
— (leur production artificielle par les méthodes de M. Daubrée)	II	921
— (leur production artificielle par les méthodes de M. Debray)	II	966
— (leur production artificielle par les méthodes de M. H. Deville)	II	960
— (leur production artificielle par les méthodes de MM. H. Deville et H. Caron)	II	953
— (leur production artificielle par les méthodes de MM. H. Deville et Troost)	II	958
— (leur production artificielle par la méthode de Durocher)	II	949
— (leur production artificielle par les méthodes d'Ebelmen)	II	917
— (leur production artificielle par la méthode de M. Fremy)	II	951
— (leur production artificielle par la méthode de M. de Sénarmont)	II	927
— argentifères	III	1191
— de bismuth	III	907
— de chrôme	III	505
— de cobalt	III	573
— contenant du cuivre	III	1047
— de fer	III	216
— — — (analyse des)	III	384
— de nickel	III	527
Minette	II	435
Miniums	III	916
Misénite	II	219
Mispickel	I 670, II 946,	III 187
Moelle des os	VI	693
— des végétaux	IV	778
Moiré	III	821
Molécules	I	4
Molybdates	III	732
— d'alumine	III	736
— d'ammoniaque	III	734
— d'argent	III	1166
— artificiels cristallisés	II	1014
— de baryte	III	735
— de bismuth	III	907
— de chrôme	III	737
— de cuivre	III	1026
— de deutoxyde de molybdène	III	737
— d'étain	III	815
— de fer	III	736
— de magnésie	III	736
— de manganèse	III	736
— de plomb	III	956
— de potasse	III	732
— de protoxyde de mercure	III	1120
— de soude	III	733
Molybdène	III	729
— (ses propriétés)	III	729
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	729
— (son dosage)	III	739
— (son équivalent)	I	62
— métallique (sa séparation des autres métaux)	III	740
Monamines	IV	460
— primaires	IV	461
— secondaires	IV	462
— tertiaires	IV	464
Monnaies d'argent	III	1170
— — — (fabrication des)	III	1186
— de bronze (essai des)	III	1045
— de cuivre	III	1036
— d'or	III	1224
Monnerons	III	1037
Monoacétine	V	813
Monoamides	IV	504
— primaires	IV	504
— secondaires	IV	506
— tertiaires	IV	510
Monoarachine	V	832
Monobenzoycine	V	894
Monobromhydrate de térébène	VI	90
Monobromhydrine	V	806
Monobutyrine	V	814
Monochlorhydrate de térébène	VI	90
Monochlorhydrine	V	804
Monochlorhydrobenzamide	V	603
Monochlorohippurate d'argent	V	642
— de chaux	V	642
— de plomb	V	642
— de potasse	V	642
— de soude	V	642
Monochlorotérébène	VI	92
Monoiodhydrate de térébène	VI	91
Monoléine	V	853

	Tom.	Pag.
Monomargarine	V	846
Monopalmitine	V	828
Monophocénine	V	823
Monostéarine	V	835
Monosulfures (généralités)	II	102
— amylique	V	529
— de calcium	II	556
— de méthyle	V	488
— de potassium	II	184
— de sodium	II	371
— de stibméthylium	V	1074
Monovalérine	V	823
Monoxéthylénamine	V	729
Morates	VI	271
Mordançage	VI	339
Mordants	VI	319
— (composition des principales couleurs obtenues avec les)	VI	339
— d'alumine	VI	320
— d'étain	VI	321
— de fer	VI	321
— organiques	VI	321
— de rouge des indienneurs	IV	190
Morin	VI	270
Morindine	VI	271
Morindone	VI	271
Morphétine	IV	561
Morphine	IV	553
Morphite de fer	IV	555
Mortiers	II	764
— (action des sels et des gaz contenus dans l'eau de mer sur les)	II	797
— à chaux non hydrauliques ou mortiers ordinaires	II	764
— hydrauliques	II	769
Moussache	IV	998
Mousse de platine	III	1252
— — — (son action sur les corps organiques)	IV	7
Mucamide	IV	829
Mucates	IV	825
— d'alumine	IV	827
— d'ammoniaque	IV	826
— d'argent	IV	827
— de baryte	IV	826
— de chaux	IV	826
— de chrôme et de potasse	IV	827
— de cuivre	IV	827
— de fer	IV	827
— de lithine	IV	826
— de magnésie	IV	827
— de mercure	IV	828
— de méthylène	V	499
— de plomb	IV	827
— — — ammoniacal	IV	827
— de potasse	IV	826
— de soude	IV	826
Mucate de strontiane	IV	826
Mucine	VI	471, 650
Mucus	VI	650
— (sa présence dans l'urine)	VI	601, 604
— buccal	VI	651
— des narines	VI	651
— du tube intestinal	VI	651
— de l'urine	VI	652
— de la vésicule du fiel	VI	652
Murexane	VI	406
Murexide	VI	404
Murexoine	IV	670
Muriate suroxygéné de potasse	II	209
Musc	VI	667
Muscadier (*Myristica aromatica*)	VI	830
Muscles	VI	682
Musculine	VI	686
Myargyrite	III	1168
Mycose	V	104, VI 821
Myricine	V	562, 940
Myristate d'argent	V	827
— de baryte	V	827
— de chaux	V	827
— de potasse	V	827
Myristine	V	826, 924
Myristone	V	827
Myronates	V	572
— de potasse	V	568
Myrosine	V	305, 568, 571
Myroxocarpine	VI	188
Myrrhe	VI	181
Myrrhine	VI	181
Myrrhol	VI	181
Mysorine	III	1024

N

	Tom.	Pag.
Nacre	VI	720
Naphtalidame	VI	70
Naphtaline	VI	60
— (action de l'acide azotique sur la)	VI	68
— (action de l'acide sulfurique sur la)	VI	72
— (action du chlore et du brôme sur la)	VI	61
— chlorées et bromées (tableau des)	VI	62
Naphtaméine	VI	70
Naphtase	VI	68
Naphte	VI	77
— de xylite	V	353
Naphtène	VI	78
Naphtole	VI	78
Naphtulmine	VI	70
Naphtylamine	VI	70
Naphtylthiosinnamine	IV 716, V	569
Naphtylurée	VI	386

	Tom.	Pag.
Narcéine	IV	572
Narcétine	IV	569
Narcogénine	IV	569
Narcotine	IV	566
Natromètre	II	246
Natron	II	414
Némalite	II	606
Nerfs	VI	690
Névrilème	VI	690
Nicène monochloré	V	617
— nitromonochloré	V	617
Nickel	III	507
— (ses propriétés)	III	507
— (alliage de)	III	521
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	508
— (son dosage)	III	511
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	55
— (son extraction)	III	528
— carbonaté	II	938
— gris	III	527
— métallique (sa préparation)	III	531
— sulfuré	II	943
Nickelblüthe	III	526
Nicotianine	IV	633
Nicotine	IV	626
Nicotyle	IV	631
Nielle	IV	1007
Nihilum album	III	598
Niobates	III	677
— (leurs caractères distinctifs)	III	680
— alcalins	III	678
Niobium	III	672
— (ses propriétés)	III	672
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	673
— (sa préparation)	III	673
Nitracol	V	920
Nitraniline	IV	699
Nitraniside	VI	123
Nitrates (de leur influence sur la végétation)	VI	787
— d'argent	I	347
— de potasse	II	191
Nitrazonaphtyline	VI	70
Nitrazophénylamine	IV	700
Nitrazophényloximide	IV	701
Nitre	II	191
— cubique ou quadrangulaire	II	373
Nitrières artificielles	II	194
Nitrification (théorie de la)	II	202
— de l'ammoniaque	II	207
— des matières organiques azotées	II	208
— directe de l'azote	II	205
Nitriles	IV	133, 514
Nitriles (tableau des principaux)	IV	137
Nitrilophile	V	606
Nitrindine	VI	224
Nitrobenzamide	V	610, 631
Nitrobenzine	VI	44
Nitrobenzoates	V	631
Nitrobenzonitrile	V	604, 627
Nitrocinnamamide	V	668, 672
Nitrocinnamène	VI	59
Nitrocodéine	IV	563
Nitrocoumarine	VI	144
Nitrocumène	VI	54
Nitrocumidine	VI	56
Nitrocyanharmaline	IV	611
Nitroguanine	VI	419
Nitroharmaline	IV	611
Nitroharmine	IV	611
— iodée	IV	611
Nitrohélénine	VI	148
Nitrohippurates	V	644
Nitro-inosite	V	112
Nitroméconine	IV	571
Nitromésidine	IV	213
Nitrométacétates	V	512
Nitronaphtaline	VI	68
Nitronaphtylamine	VI	72
Nitro-osmiocyanure	III	1300
Nitropapavérine	IV	574
Nitropétroldiamine	VI	77
Nitrophénates	V	974
Nitrophénésates	V	978
Nitrophényle	VI	58
Nitrophénylpyrotartramide	IV	275
Nitrophillygénine	V	177
Nitrophillyrine	V	176
Nitroprussianures	III	159
— de cuivre	III	1002
— de sodium	III	160
— — — (caractères analytiques du)	III	161
Nitroprussiate de soude	III	160
Nitropyrène	VI	76
Nitrosalicylamide	VI	142
Nitrosalicylate d'éthyle	VI	137
— de méthyle	VI	138, 140
Nitrosinapylharz	V	567
Nitrosulfates	II	254
Nitrosulfures doubles de fer	III	162
Nitrotéréphtalamide	VI	103
Nitrothéine	IV	667, 670
Nitrotoluène	VI	52
— (sa décomposition par le sulfite d'ammoniaque)	VI	53
Nitrotoluidine	VI	52
Nitrotyrosine	VI	463, 464
Nitroxylène	VI	54
Nitrum flammans	II	476
Noir (couleur)	VI	333, 362

	Tom.	Pag.
Noir animal	VI	909
— — (préparation et révivification du)	I	752
— animalisé	I 752, VI	908
— de Caunes	VI	334
— d'Espagne	I	751
— de fumée	I	721
— — — (son emploi dans la peinture)	VI	363
— de Genève	VI	334
— d'iridium	III	1305
— de lampe	I	723
— de pêche	I	751
— de platine	III	1252
— de schiste	I	755
— de Sedan	VI	334
— sur soie	VI	334
— de vigne	I	751
Noix de coco	VI	829
— muscade	VI	830
Nomenclature	I	6
— allemande	I	14
— des corps composés	I	7
— — — simples	I	6
— guytonienne	I	13
Nonylamine	VI	11
Nonylène	VI	31
Notation chimique	I	16
Notions préliminaires	I	1
Nucléole	IV	774
Nucléus	IV	773

O

	Tom.	Pag.
Obsidienne	II	683
Ocres	II	686
— (leur analyse)	III	397
— jaune	VI	354
— rouge	VI	354
— de rue	VI	354
— verte	VI	369
Octylamine	IV	732
Octylène	VI	30
Œil	VI	723
— (pigment noir de l')	VI	724
Œnanthate de méthylène	V	926
Œnanthol	V	919
Œnanthylamide	V	922
Œnanthylates	V	922
Œthogène	I	1005
Œtite	III	221
Œufs	VI	655
— d'arachnides	VI	661
— de batraciens	VI	661
— de crustacés	VI	661
— d'insectes	VI	661
— de mollusques	VI	662
Œufs d'oiseaux	VI	655
— de poissons	VI	657
— de reptiles	VI	660
— électrique	I	705
Oléates	V	859
— d'ammoniaque	V	859
— d'argent	V	860
— de baryte	V	860
— de chrôme	V	860
— de cobalt	V	860
— de cuivre	V	860
— de magnésie	V	860
— de méthylène	V	861
— de nickel	V	860
— de plomb	V	860
— de potasse	V	859
— de soude	V	859
— de zinc	V	860
Oléène	VI	29
Oléines	V	853
— naturelle	V	855
— — (son identité avec les oléines artificielles)	V	856
Oléfines	VI	14
Oléomètres	V	909
Oliban	VI	182
Oligoclase	II	681
Olive (couleur)	VI	333
Olivénite	III	1021
Olivine	V	187
Olivyle	VI	180
Ombelliférone	V	161
Ononétine	V	174
Ononine	V	173
Onospine	V	173
Onyx	I	1040
Opale	I 1022, 1033, II	985
Opérations gazométriques	VI	936
Opiammon	IV	568
Opianine	IV	575
Opianyle	IV	567
Opine	IV	574
Opium	IV 555, VI	744
— (bases extraites de l')	IV	553
— (essai des)	IV	557
Opopanax	VI	182
Or	III	1205
— (ses amalgames)	III	1225
— (caractères distinctifs des dissolutions d')	III	1215
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1207
— (son dosage)	III	1215
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	65
— (son extraction)	III	1236
— (son extraction des filons)	III	1239

	Tom.	Pag.
Or (son extraction des terrains d'alluvion)	III	1238
— (sa production en 1854)	III	1241
— (sa séparation des autres métaux)	III	1216
— (couleur)	VI	353
— d'Allemagne	VI	354
— en chaux	VI	354
— en coquilles	III	1206
— en écailles	III	1225
— fulminant	III	1212
— jaune	III	1225
— de Manheim	III	1030
— mussif	III	809
— pâle	III	1225
— potable	III	1218
— pur (préparation de l')	III	1206
— rouge	III	1224
— vert	III	1225
Orcéine	VI	237
Orcine	VI	236
Orelline	VI	273
Oréoséline	VI	149
Oréoselone	VI	148
Organes des animaux	VI	723
— des plantes	VI	794
— élémentaires des végétaux (action des réactifs sur les)	IV	749
— élémentaires des végétaux (leur étude)	IV	761
Orge (*Hordeum vulgare*)	VI	817
Orpiment	I	703
— (son emploi dans la peinture)	VI	355
Orseille	VI	226
Orthoclase	II	682
Orthose	II	682
Os	VI	692
— (maladies des)	VI	704
— (méthode d'analyse des)	VI	711
— d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal (leurs analyses comparatives)	VI	700
— fossiles	VI	707
— de sèche	VI	721
Osmiamide	III	1296
Osmiates	III	1297
Osmio-cyanure de potassium	III	1300
Osmite de potasse	III	1296
— de soude	III	1296
Osmium	III	1293
— (son équivalent)	I	65
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1294
— (son extraction)	III	1302
Osmiure d'iridium	III	1347
— — — (son analyse)	III	1368
— — — (son traitement)	III	1348
Osséine	VI	476, 692
— (son dosage dans les os)	VI	712
Ostéomalacie	VI	704
Ostéolite	II	592
Ouralite	II	629
Outremer	II 430, VI	366
— de cobalt	VI	367
Oxacides (nomenclature des)	I	7
Oxalamylate d'argent	V	527
Oxalane	VI	412
Oxalantine	VI	411
Oxalates (généralités)	IV	149
— d'alumine	IV	153
— d'ammoniaque	IV	150
— — — neutre (action de la chaleur sur l')	IV	163
— d'antimoine	IV	160
— d'argent	IV	162
— d'asparagine	IV	345
— de baryte	IV	151
— de bioxyde de platine ammoniacal	III	1279
— de bismuth	IV	159
— de chaux	IV	152
— de chrôme	IV	155
— de cinchonine	IV	594
— de cobalt	IV	157
— de codéine	IV	566
— de cuivre	IV	160
— diamidobenzoïque	V	626
— d'étain	IV	158
— d'éthylamine	IV	721
— de fer	IV	154
— de lithine	IV	151
— de magnésium	IV	153
— de manganèse	IV	154
— de mercure	IV	161
— — — ammoniacal	IV	162
— de mercuroséthyle	V	1080
— de méthylamine	IV	727
— de méthylène	V	496
— de nickel	IV	158
— de nicotine	IV	630
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal	III	1281
— d'oxyde d'allyle	V	575
— de palladium	IV	162
— de pipéridine	IV	679
— de platine	IV	162
— de plomb	IV	159
— de potasse	IV	150
— de quinine	IV	586
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de soude	IV	150
— de stannéthyle	V	1041
— de strontiane	IV	152
— de strychnine	IV	606

	Tom.	Pag.
Oxalates d'uranium	IV	161
— d'urée	VI	378
— de zinc	IV	157
Oxalis	IV	145
Oxalurauilide	VI	411
Oxalyle	IV	143
Oxamates	IV	166
— d'ammoniaque	IV	166
— d'argent	IV	166
— de baryte	IV	166
— d'oxyde d'allyle	V	576
Oxamélanile	IV	698
Oxaméthane	IV 529,	V 403
Oxamide	IV 130,	163
Oxanilamide	IV 167, 697,	V 632
Oxanilates	IV	167
Oxanilide	IV 134, 166, 689,	697
Oxanthracène	VI	75
Oxyacanthine	IV	684
Oxy-amido-azoture de tungstène	III	727
Oxybromure de mercure	III	1088
— de molybdène	III	746
— de tungstène	III	721
Oxychlorures de bismuth	III	895
— de calcium	II	553
— de citryle	IV	300
— de cuivre	III	997
— de mercure	III	1087
— de molybdène	III	743
— de phosphore	I	660
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	30
— — — (son action sur l'acétate de potasse)	IV	198
— de platine bi-ammoniacal	III	1280
— de plomb	III	930
— de tellurométhyle	V	494
— de tungstène	III	720
— de zinc	III	609
— de zirconium	II	712
Oxydes (1)	II	934
— (définition des)	I	9
— (nomenclature des)	I	9
— (leur préparation)	II	39
— (déshydratation des)	II	81
— (action du carbone sur les)	II	37
— (action de la chaleur sur les)	II	35
— (action du chlore sur les)	II	38
— (action de l'hydrogène sur les)	II	36
— (action des métaux sur les)	II	38
Oxydes (action de l'oxygène sur les)	II	36
— (action du phosphore sur les)	II	38
— (action de la pile sur les)	II	36
— (action du soufre sur les)	II	38
— d'allyle	V	566
— d'aluminium	II	641
— ammonio-mercurique	III	1123
— d'amylène	V	782
— d'amyltriéthylammonium hydraté	IV	724
— d'antimoine (sa séparation de l'acide antimonique	III	866
— de l'antimoine (leur séparation de l'acide titanique)	III	860
— — — (leur séparation des oxydes terreux et des oxydes alcalino-terreux, des oxydes alcalins)	III	865
— d'argent (son dosage)	III	1144
— — — (sa séparation des oxydes de l'antimoine, de l'acide titanique, des acides du vanadium, du molybdène et du tungstène, de l'acide byponiobique, de l'acide tantalique)	III	1148
— — — (sa séparation de l'oxyde de cadmium, des oxydes des autres métaux, ainsi que des oxydes terreux et des oxydes alcalins)	III	1149
— — — (sa séparation de l'oxyde de cuivre, de l'oxyde de plomb, de l'oxyde de bismuth)	III	1147
— — — (sa séparation des oxydes du mercure)	III	1146
— d'arsendiméthyldiamylium	V 1002,	1014
— d'arsendiméthyldiéthylium	V 1002,	1013
— d'arsenic	I	671
— d'arsenmonométhyle	V	1016
— d'arsenmonométhyltriéthylium	V	1002
— d'arsentétraméthylium hydraté	V 1002,	1012
— d'arsentriméthylmonoéthylium	V	1002
— benzoïque	V	616
— de bismuth (son dosage)	III	891

(1) Pour les oxydes qui ne se trouvent pas ici, voir aux mots : Bioxyde, Deutoxyde, Peroxyde, Protoxyde, Sesquioxyde, Sous-oxyde, Trioxyde.

	Tom.	Pag.
Oxyde de bismuth (sa séparation des oxydes de l'antimoine, de l'acide titanique, des oxydes de l'étain).....	III	892
— — — (sa séparation de l'oxyde de cadmium, des oxydes du zinc, de l'uranium, du cobalt, du nickel, du chrôme, du fer, du manganèse, des oxydes terreux et des oxydes alcalins).	III	893
— de bismuthéthyle.....	V	1060
— de cacodyle	IV	188, 217, 219
— — — (ses combinaisons avec les oxacides)	IV	231
— de cadmium	III	645
— — — (son dosage)	III	647
— — — (sa séparation des oxydes du zinc, de l'uranium, du cobalt, du nickel, du chrôme, du fer, du manganèse, des oxydes terreux et des oxydes alcalins).....	III	647
— de carbone	I	822
— — — (son dosage)	I	828
— — — (séparation et dosage de l').....	VI	954
— de cérium (leur dosage)	II	741
— — — (leur séparation des oxydes alcalins).	II	745
— — — (leur séparation de l'yttria, de la terbine et de l'erbine).....	II	742
— — — (leur séparation de la zircone, de la thorine, de la glucine, de l'alumine, de la magnésie, des oxydes alcalino-terreux).....	II	744
— céroso-cérique	II	738
— de cétyle.....	V	557
— de chlore.....	I	422
— de chloroxénaphtalise	VI	70
— de chloroxénaphtose	VI	70
— de chrôme et acide chromique (leur dosage quand ils sont mélangés ensemble)	III	481
Oxyde de chrôme et acide chromique (leur séparation de l'alumine).....	III	478
— — — (leur séparation de la chaux, de la strontiane et de la baryte)	III	479
— — — (leur séparation du fer et du manganèse).....	III	475
— — — (leur séparation de la magnésie)...	III	479
— — — (leur séparation des oxydes alcalins).	III	480
— de cobalt (sa séparation de l'alumine, de la magnésie).	III	543
— — — (sa séparation de la chaux, de la strontiane, de la baryte, de oxydes alcalins)	III	544
— — — (sa séparation de l'oxyde de chrôme).....	III	340
— — — (sa séparation de l'oxyde de nickel).....	III	539
— — — (sa séparation du protoxyde de fer, du protoxyde de manganèse) ...	III	542
— — — (sa séparation du sesquioxyde de fer).....	III	541
— — — intermédiaire.....	III	536
— — — résultant de la décomposition des sels ammonia-cobaltiques surexygénés.....	III	570
— de cœsium (hydrate d').....	III	1422
— de cuivre (sa préparation pour les analyses organiques)..	IV	53
— — — (sa séparation de l'acide titanique)	III	991
— — — (sa séparation de l'oxyde de plomb)	III	989
— — — (sa séparation des oxydes du zinc, de l'uranium, du cobalt, du nickel, du chrôme, du fer, du manganèse, des oxydes terreux et des oxydes alcalins)	III	992
— — — intermédiaire	III	979

	Tom.	Pag.
Oxyde cystique	VI	420
— de didyme	II	755
— — — (son dosage)	II	757
— — — (sa séparation de l'oxyde de lanthane, des oxydes du cérium)	II	757
— — — (sa séparation de l'yttria et des autres oxydes)	II	758
— de diéthylconylammonium hydraté	IV	615
— de diéthylpipérylammonium	IV	678
— de diméthylpipérylammonium	IV	678
— d'erbium	II	736
— d'essence de térébenthine	VI	99
— d'étain anhydre	III	780
— d'éthylène	V	719
— — — (action des acides sur l')	V	723
— — — (sa transformation en alcool)	V	720
— d'éthylméthylconylammonium hydraté	IV	615
— d'éthylpipérylammonium	IV	680
— de fer (leur présence dans le règne végétal)	IV	873
— — — des battitures	III	79
— — — intermédiaire (son dosage)	III	88
— — — magnétique	III	77, 222
— de glucinium	II	689
— indifférents	I	7, 9
— d'indium	III	1428
— d'iode	I	462
— de lanthane	II	749
— — — (son dosage)	II	751
— — — (sa séparation des oxydes du cérium)	II	751
— — — (sa séparation de l'yttria)	II	753
— de lithium	II	436
— de magnésium	II	605
— de manganèse (leurs essais)	III	27
— — — (leur présence dans le règne végétal)	IV	873
— — — rouge	III	5
— — — sans clivage	III	58
— de mercure (sa combinaison avec l'arséniate d'ammoniaque)	III	1130
— — — (ses combinaisons avec le carbonate d'ammoniaque)	III	1130
— — — (ses combinaisons avec le chromate d'ammoniaque)	III	1130
Oxyde de mercure (sa combinaison avec le phosphate d'ammoniaque)	III	1129
— — — (son dosage)	III	1069
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	39
— — — leur séparation des acides vanadique, molybdique et tungstique, de l'acide hyponiobique)	III	1078
— — — (leur séparation du bioxyde de cuivre)	III	1075
— — — (leur séparation de l'oxyde de bismuth)	III	1077
— — — (leur séparation des oxydes du zinc, de l'uranium, du cobalt, du nickel, du chrôme, du fer, du manganèse, des oxydes terreux et des oxydes alcalins)	III	1079
— de mercuroséthyle hydraté	V	1079
— de mercurosométhyle	V	1081
— de mésityle	IV 212,	V 353
— métalliques (généralités)	II	33
— — acides (composition)	II	33
— — basiques (composition)	II	33
— — indifférents (composition)	II	33
— — salins (composition)	II	33
— — cristallisés (leur préparation par les méthodes électro-chimiques)	II	57
— de méthyle	V	480
— de méthyléthylamylphénylammonium hydraté	IV	704
— de méthylbiéthylamylammonium hydraté	IV	724
— de méthyltriéthylammonium hydraté	IV	724
— de nickel (son dosage)	III	511
— — — (sa séparation de l'alumine, de la magnésie)	III	514
— — — (sa séparation de la chaux, de la baryte et de la strontiane, des oxydes alcalins)	III	515
— — — (sa séparation de l'oxyde de chrôme)	III	512

	Tom.	Pag.
Oxyde de nickel (sa séparation du protoxyde de fer, du sesquioxyde de fer)	III	512
— — — (sa séparation du protoxyde de manganèse)	III	513
— obtenus artificiellement à l'état cristallisé	II	990
— d'or (son dosage)	III	1215
— — — (sa séparation des oxydes des autres métaux)	III	1216
— — — intermédiaire	III	1212
— de paracacodyle	IV	220
— de phosphamyltriéthylium hydraté	IV	740
— de phosphamyltriméthylium hydraté	IV	742
— de phosphéthylium hydraté	IV	738
— de phosphéthyltriméthylium hydraté	IV	742
— de phosphométhylium hydraté	IV	741
— de phosphométhyltriéthylium hydraté	IV	740
— de phosphore	I	637
— — — jaune	I	638
— — — rouge (ses propriétés)	I	637
— de phosphotétraméthylium	V	1002
— de plomb (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	39
— de plomb (son dosage)	III	920
— — — (sa séparation des acides molybdique et tungstique, de l'oxyde de cadmium, des oxydes de l'uranium)	III	927
— — — (sa séparation de l'acide titanique)	III	925
— — — (sa séparation de l'acide vanadique)	III	926
— — — (sa séparation des oxydes du zinc, du cobalt, du nickel, du fer, du manganèse, des oxydes terreux et des oxydes alcalins)	III	928
— de rubidium (hydrate d')	III	1417
— de sélénium	I	581
— de sesquiplombamyle	V	1057
— de sesquiplombéthyle hydraté	V	1054
— de sesquiplombométhyle	V	1056
— de sesquistannéthyle	V	1044
— de stanméthyle	V	1050
Oxyde de stibdiamyle	V	1077
— de stibdiméthyldiéthylium	V	1003
— de stibéthyle	V	1063
— de stibéthylium	V	1070
— stibméthylium	V	1072
— stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1068
— de tantale	III	659
— de tellurométhyle	V	493
— de terbium	II	736
— de tétraméthylammonium hydraté	IV	728
— de tétramylammonium hydraté	IV	730
— de thorium	II	721
— de titane (son dosage)	III	830
— de triéthylène-octéthyltétrammonium	V	742
— de triéthylphénylammonium hydraté	IV	702
— de triéthyltoluénylammonium hydraté	VI	52
— de triméthylvinylammonium hydraté	V	745
— de tungstène	III	688
— — (son dosage)	III	714
— — bleu	III	705
— de l'uranium (leur séparation de l'alumine, de la magnésie, de la chaux et de la strontiane, de la baryte)	III	585
— — — (leur séparation des oxydes alcalins)	III	586
— — — (leur séparation des oxydes du cobalt, du nickel et du manganèse)	III	582
— — — (leur séparation des oxydes du didyme, du lanthane et du cérium, de l'yttria, de la thorine, de la zircone, de la glucine)	III	584
— — — (leur séparation des oxydes du fer)	III	583
— — noir	III	577
— — vert	III	577
— de vanadium intermédiaires	III	767
— d'yttrium	II	728
— de zinc (son dosage)	III	603
— — — (sa séparation de la baryte, des oxydes alcalins)	III	609
— — — (sa séparation de la magnésie, de la chaux, de la strontiane)	III	608

	Tom.	Pag.
Oxyde de zinc (sa séparation de l'oxyde de cobalt)	III	604
— — — (sa séparation de l'oxyde de nickel, de l'oxyde de chrôme)	III	605
— — — (sa séparation du sesquioxyde de fer, du protoxyde de fer, du protoxyde de manganèse)	III	606
— — — (sa séparation de la thorine et de la glucine, des oxydes du cérium, du lanthane et du didyme, de l'alumine)	III	607
— de zirconium	II	706
Oxydule de cuivre	III	976
Oxygène	I	175
— (son action sur les métaux)	II	32
— (son action sur les substances organiques)	IV	6
— (son assimilation dans la végétation)	VI	761
— (son rôle dans la fermentation)	V	254
— (séparation et dosage de l')	VI	951
— contenu dans le sang	VI	522
Oxyguanine	VI	419
Oxy-igasurine	IV	610
Oxyiodures de bismuth	III	897
— de plomb	III	932
Oxymuriate d'étain	III	804
Oxynaphtylamine	VI	69
Oxysaccharates d'ammoniaque	V	16
— d'argent	V	17
— de baryte	V	16
— de bismuth	V	17
— de cadmium	V	17
— de chaux	V	16
— de cuivre	V	17
— de fer	V	17
— de magnésie	V	16
— de plomb	V	17
— de potasse	V	15
— de soude	V	16
— de zinc	V	17
Oxysulfures d'antimoine	III	877
— de calcium	II	556
— de cobalt	III	550
— de manganèse	III	45
— de zinc	III	615
Oxyzyméprotéine	V	268
Ozone	I	186
Ozonomètre	I	187

P

	Tom.	Pag.
Pain	IV	1001
— (fabrication du)	IV	1010
— (examen du)	VI	827
Pak-fung	III	1042
Palladammine	III	1330
Palladiammine	III	1332
Palladium	III	1324
— (son équivalent)	I	66
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1324
— (son extraction)	III	1333
Palmine	V	922
Palmitate d'argent	V	831
— de baryte	V	831
— de cuivre	V	831
— de magnésie	V	831
— de plomb	V	831
— d'oxyde d'amyle	V	831
— — de mélissyle	V	832
— de potasse	V	562
— de soude	V	831
Palmitines	V	828, 923
— naturelle	V	829
Pancréatine	V	302
Panspermie	VI	924
Papavérine	IV	573
Papier	IV	931
— (fabrication du)	IV	933
— (différentes espèces de)	IV	941
Parabanate d'argent	VI	411
Parabenzol	VI	42
Paracajeputène	VI	152
Paracyanogène	I	944
Paradigitalétine	V	165
Paraffines	VI	33, 76
Paralbumine	VI	458
Paraldéhyde	V	342
Paraménispermine	IV	684
Paramide	I	858
Paramorphine	IV	573
Paramylène	VI	25, 32
Paranaphtaline	VI	74
Paranicène	V	617
— nitré	V	617
Paranicine	V	617
Paraniline	VI	287
Parapectine	IV	427
Pararhodéorétine	VI	179
Parasalicyle	VI	125, 128
Parasulfate-ammon	II	492
Paratartramide	IV	284
Paratartrates (généralités)	IV	277
— d'ammoniaque	IV	279
— d'antimoine	IV	281
— d'argent	IV	283
— de baryte	IV	279

	Tom.	Pag.
Paratartrate de chaux	IV	279
— de chrôme	IV	280
— de cobalt	IV	281
— de cuivre	IV	282
— d'étain	IV	281
— de fer	IV	280
— de magnésie	IV	280
— de manganèse	IV	280
— de mercure	IV	283
— de nickel	IV	281
— de plomb	IV	281
— de potasse	IV	278
— de soude	IV	278
— de strontiane	IV	279
— de zinc	IV	280
Paratartro-arsénites	IV	282
Paratartroborates	IV	282
Paraxylose	IV	750, 752, 767
Parenchyme de la moelle (ses caractères chimiques)	IV	766
— de la moelle des végétaux (sa composition)	IV	789
Paricine	IV	596
Paridine	V	174
Paridol	V	174
Paristyphnine	V	175
Parvoline	IV	715
Patate	VI	800
Pâtes à poterie (cuisson des)	II	852
— — — (façonnage des)	II	850
— — — (préparation des)	II	847
Peau	VI	671
— de chagrin	IV	395
Pechblende	III	578
Pectase	IV	426
Pectine	IV	426
Pectose	IV	425
— et ses dérivés	IV	754
Peganum harmala (bases du)	IV	610
Pegmatite	II	684
Peinture sur verre	II	909
Pélargonates	V	885
Pélargone	V	885
Pelosine	IV	684
Pendule à fusil	II	315
Penta-iodure de papavérine	IV	574
Pentasulfure d'arsenic	I	704
— de calcium	II	557
— de phosphore	I	667
Pentathionates (généralités)	II	127
— de plomb	III	946
Péonine	VI	293, 295
Pépites	III	1216
Pepsine	VI	550
Perbromure d'iode	I	475
— d'or	III	1219
— de phosphore	I	662
— de thallium	III	1393
Perchlorates (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation des)	II	117
— (dosage des)	II	118
— d'alumine	II	666
— d'ammoniaque	II	478
— d'argent	III	1159
— de baryte	II	514
— de cadmium	III	653
— de chaux	II	559
— de cinchonine	IV	592
— de cuivre	III	1012
— de fer (protoxyde)	III	195
— — — (sesquioxyde)	III	195
— de lithine	II	446
— de magnésie	II	617
— de manganèse	III	54
— de mercure	III	1108
— de morphine	IV	560
— d'oxyde de rubidium	III	1419
— de plomb	III	942
— de potasse	II	214
— de quinine	III	579
— de soude	II	391
— de strontiane	II	532
— de strychnine	IV	605
— d'uranium	III	588
— de zinc	III	619
Perchlorosalicine	V	189
Perchlorosaligénine	V	189
Perchlorure d'antimoine	III	867
— d'iode	I	474
— de manganèse	III	43
— d'or	III	1217
— — — (combinaisons formées par le)	III	1219
— de phosphore	I	657
— — — (composés dérivés du)	I	659
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	27
— — — ammoniacal	II	497
— de soufre	I	575
— — — ammoniacal	II	497
— de thallium	III	1392
— de titane	III	837
— de tungstène	III	719
— de vanadium	III	770
Percyanure d'or	III	1221
Perfluorure de manganèse	III	44
— de thallium	III	1395
Périclase	II	606
Péridot	II	628
Périodates (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation des)	II	121
— (dosage des)	II	122
— d'ammoniaque	II	479

	Tom.	Pag.
Périodates d'argent	III	1160
— de baryte	II	514
— de chaux	II	569
— de cinchonine	IV	592
— de lithine	II	447
— de plomb	III	943
— de potasse	II	216
— de quinine	IV	579
— de soude	II	392
— de strychnine	IV	605
— d'uranium	III	588
Periodure d'iridium	III	1310
— de thallium	III	1394
Périoste	VI	692
Perlite	II	683
Permanganate d'argent	III	1165
— de cuivre	III	1026
— de potasse	III	14
— de zinc	III	629
Peroxyde d'acétyle	V	357
— d'argent	III	1142
— de benzoyle	V	598
— de cuivre	III	979
— de didyme	II	755
— de fer	III	68
— — — anhydre	III	219
— — — anhydre (son analyse)	III	392
— — — hydraté	III	220
— — — hydraté (son analyse)	III	395
— de manganèse	III	7
— — — (son dosage)	III	25
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	39
— de nickel	III	510
— — — (son dosage)	III	512
— de plomb	III	914
— — — (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	39
— de potassium	II	160
— de thallium	III	1385
— d'uranium	III	577
— — — (son dosage)	III	581
— — — (sa préparation)	III	578
Perspiration	VI	530
Persulfocyanures (généralités)	II	99
— de potassium	II	183
Persulfure d'antimoine	III	873
— d'arsenic	I	704
— de fer	III	184
— de phosphore	I	668
— de plomb	III	936
Péruvine	VI	184
Pétalite	II	435, 681
Pétiuine	IV	715, 731
Pétrifications	II	582
Pétrolène	VI	78
Pétroles	VI	77
— d'Amérique	VI	5
Pétrosilex	II	683
Pétunzé	II	682
Peucédanine	V	200
Phaconine	VI	459
Phaiorétine	VI	179
Pharmacolite	II	600
Phénakite	II	690, 701
Phénamylol	V	987
Phène	VI	40
Phénéthidine nitrée	V	987
Phénéthol	VI	141
— binitré	V	987
Phénols	V	970
Phénomène chimique (définition du)	I	1
— de coction	VI	344
— physique (définition du)	I	1
Phénométhol	V	688
Phénylaconitimide	VI	318
Phénylamine	IV	685
Phénylcitraconimide	IV	320, 690
Phénylcitramide	IV	316
Phénylcitrimide	IV	317
Phényle	VI	57
Phénylitaconamide	IV	318
Phényloxamide	IV	167
Phénylpyrotartramide	IV	690
Phénylpyrotartrimide	IV	271
Phénylthiosinnamine	IV	569, 716
Phénylurée	VI	385
Phillygénine	V	177
Phillyrine	V	175
Phlogistique (théorie du)	I	176
Phloramine	V	183
Phlorétates	V	181
Phlorétine	V	179
— nitrée	V	178, 180
— quadribromée	V	179
Phlorétol	V	183
Phloridzéate d'ammoniaque	V	178
Phloridzéine	V	178
Phloridzine	V	178
Phloroglucine	V	183
— acétylée	V	183
— nitrée	V	183
Phocénines	V	823
— (son identité avec les valérines artificielles)		825
Phonolite	II	683
Phorone	V	353
Phospham	I	654, II 495
Phosphamide	I	654, II 495
Phosphamines	IV	502
Phosphammonium (ses composés)	IV	503
Phosphates (propriétés générales, caractères distinctifs des)	II	132
— (préparation, dosage des)	II	133

	Tom.	Pag.
Phosphate (leur emploi dans l'agriculture)	VI	890
— d'acide tungstique	III	728
— d'alumine	II	677
— — — et d'ammoniaque	II	679
— — — et de lithine	II	678
— ammoniaco-sodique	II	489
— d'ammoniaque (leurs usages)	II	489
— — — neutre	II	488
— — — et de lithine	II	490
— — — et de magnésie	II	625
— — — et de magnésie (sa préparation au moyen de l'électricité)	II	56
— d'antimoine	III	882
— d'argent	III	1163
— — — neutre	III	1164
— — — tribasique	III	1164
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1005
— de baryte	II	521
— de bismuth	III	906
— de cacodyle	IV	231
— de cadmium	III	655
— de cérium (protoxyde)	II	749
— de chaux	II	975
— — — (préparation)	II	596
— — — acide	II	598
— — — basique	II	589
— — — neutre	II	598
— — — et d'ammoniaque (double)	II	975
— — — des os	II	589
— de chrôme	III	501
— de cinchonine	IV	593
— de cobalt	III	555
— de codéine	IV	565
— de cuivre	III	1020
— de didyme	II	761
— d'étain	III	813
— de fer	III	223
— — — (analyses des)	III	404
— — — (sa préparation au moyen de l'électricité)	II	56
— de fer (protoxyde)	III	208
— — — — et d'ammoniaque	III	209
— — — — et de bioxyde d'azote	III	209
— — — — et de manganèse	III	210
— de fer (sesquioxyde)	III	210
— de glucine	II	700
— d'indium	III	1429
— de lanthane	II	754
— de lithine	II	448
— de magnésie	II	624
— — — et d'alumine	II	679
Phosphate de manganèse	III	54
— de mercure (deutoxyde)	III	1117
— — — (protoxyde)	III	1117
— de mercuroséthyle	V	1080
— de molybdène	III	755
— de nickel	III	525
— de nicotine	IV	630
— de plomb neutre	III	951
— de potasse	II	251
— — — et de soude	II	418
— de quinine	IV	585
— de rhodium	III	1321
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de soude	II	417
— — — acide	II	418
— — — basique	II	418
— — — neutre	II	417
— de strontiane	II	534
— de strychnine	IV	605
— de thallium (peroxyde)	III	1401
— — — (protoxyde)	III	1400
— — — — acide	III	1400
— — — — basique	III	1400
— — — — neutre	III	1400
— de thorine	II	727
— d'uranium (peroxyde)	III	591
— — — (protoxyde)	III	591
— de zinc	III	625
— de zircone	II	716
Phosphides	IV	523
Phosphines	IV	496
Phosphites (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	135
— d'alumine	II	679
— d'ammoniaque	II	490
— de baryte	II	521
— de bismuth	III	906
— de cadmium	III	655
— de chaux	II	599
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	556
— de cuivre	III	1021
— d'étain	III	814
— de fer (peroxyde)	III	211
— — — (protoxyde)	III	211
— de glucine	II	700
— de magnésie	II	626
— de manganèse	III	56
— de nickel	III	525
— de plomb	III	952
— de potasse	II	251
— de soude	II	419
— de strontiane	II	534
— de zinc	III	626
Phosphocaprylates	V	546
Phosphodiéthyle	V	1002
Phosphodiméthyle	V	1002

	Tom.	Pag.
Phosphonium	IV	496
Phosphore	I	593
— (sa combinaison avec l'azote)	I	652
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	661
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	655
— (sa combinaison avec le fluor)	I	663
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	640
— (ses combinaisons avec l'iode)	I	662
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	615
— (ses combinaisons avec le sélénium)	I	668
— (ses combinaisons avec le soufre)	I	664
— (son dosage)	IV	88
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	20
— (son équivalent)	I	45
— (sa préparation en grand)	I	603
— (sa préparation dans les laboratoires)	I	600
— (sa purification)	I	605
— (sa recherche dans le cas d'empoisonnement)	I	608
— amorphe	I	593
— — (préparation en grand du)	I	607
— de Bologne	II	511
— de Canton	II	556
— de Homberg	II	552
— rouge	I	593
Phosphotriéthyle	V	1002
Phosphotriméthyle	V	1002
Phosphures (généralités)	II	110
— d'acétyle	IV	201
— d'aluminium	II	666
— d'antimoine	III	878
— d'argent	III	1156
— d'arsenic	I	704
— de baryte	II	512
— de baryum	II	512
— de cadmium	III	651
— de calcium	II	558
— de carbone	I	936
— de chaux	II	558
— de chrôme	III	493
— de cobalt	III	551
— de cuivre	III	1008
— de cyanogène	I	968
— d'étain	III	810
— de fer	III	185
— de glucinium	II	698
— d'hydrogène gazeux	I	644
— — — liquide	I	640
— — — solide	I	643
— de manganèse	III	46
Phosphures de mercure	III	1102
— de molybdène	III	753
— de nickel	III	520
— d'or	III	1222
— d'osmium	III	1301
— de palladium	III	1328
— de platine	III	1267
— de plomb	III	936
— de potassium	II	190
— de sodium	II	373
— de thorium	II	726
— de titane	III	841
— de trichloracétyle	IV	200, 201
— de tungstène	III	726
— de zinc	III	616
Photogène	IV	895
Photographie (historique)	III	1430
— (collodions transportés sur papier et sur toile cirée)	III	1481
— (épreuves positives)	III	1472
— (épreuves positives directes)	III	1481
— (épreuves positives au charbon)	III	1477
— (épreuves positives aux sels de fer, de chrôme, etc.)	III	1480
— (procédé sur collodion albuminé, gélatiné, etc.)	III	1467
— (procédés sur collodion conservé humide)	III	1463
— (procédé sur collodion humide)	III	1454
— (procédés sur glaces albuminées)	III	1451
— (procédé à la glycérine, par M. Llewelyn)	III	1465
— (procédé rapide sur albumine, par M. H. de Molard)	III	1453
— (procédés secs aux résines, au camphre, etc.)	III	1466
— (procédés au sirop de miel, par M. Mansell, par M. Maxwell Lyte)	III	1464
— (procédé au sucre, par MM. Bayard et Fierlants)	III	1465
— (procédé au tannin)	III	1470
— sur papier	III	1442
— — — (procédés de M. Bayard, de M. Blanquart-Evrard)	III	1444
— — — (procédé de M. Humbert de Molard)	III	1446
— — — (procédé de M. Talbot)	III	1442
— sur papier ciré sec	III	1448
— — — négatif gélatiné	III	1447
— sur plaques	III	1435
— — — (procédé primitif de Nicéphore Niepce)	III	1435

	Tom.	Pag.
Phtalamate d'ammoniaque	VI	74
Phtalamine	VI	71
Phtalanile	VI	74
Phtalimide	VI	74
Phthore	I	476
Phyllocyanine	IV	804
Phylloxanthéine	IV	804
Phylloxanthine	IV	804
Physaline	V	200
Picoline	IV	713
Picro-érythrine	VI	231
Picromel	VI	560
Picrosmine	II	628
Picrotoxine	IV	684
Picryle	V	608
Pierre d'Arménie	III	1024
— à bâtir	II	382, 762
— à cautère	II	166
— à chaux	II	582
— à feu	I	1041
— gélives	II	762
— infernale	III	1157
— lithographique	II	582
— météoriques	III	218
— — (leur analyse)	III	388
— meulière	II	762
— de miel	I	855
— de touche	III	1227
Pigment	VI	671
— noir de l'œil	VI	724
Pimarone	VI	168
Pinipicrine	V	186
Pinitartrate de chaux	V	133
Pinite	V	131
— (ses combinaisons avec les acides)	V	133
— benzoïques	V	133
— stéarique	V	133
Pink-color	III	788
Pinschbech	III	1030
Pipéridine	IV	677
Pipérine	IV	676
Pipérylbenzamide	IV	677
Pipérylcuminamide	IV	677
Pipéryle	IV	463
Pipérylsulfocarbonate de pipéridine	IV	677
Pipérylurée	IV	678
Piquette	V	462
Pitoxine	IV	596
Plantes (leur accroissement)	VI	753
— (répartition des éléments inorganiques dans les divers organes des)	IV	878
Plaqué	III	1171
Platammonium	III	1277
Platinage	III	1292
Platinammine	III	1283
Platinates	III	1256
Platine	III	1251
— (ses alliages)	III	1268
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1255
— (son dosage)	III	1257
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	65
— (son extraction)	III	1287
— (sa séparation de l'argent, de la plupart des autres métaux)	III	1259
— (sa séparation de l'or)	III	1258
— en éponge ou en mousse	III	1252
— fulminant	III	1256
— pur (préparation et fusion du)	III	1254
Platineum	III	1283
Platinocyanates de quinine	IV	586
Platinocyanogène	III	1274
Platinocyanure de potassium	III	1263
— divers	III	1264
Platinosum	III	1282
Platosammine	III	1282
Plâtrage des terres	VI	895
Plâtre (cuisson du)	II	571
— aluné	II	575
Plomb	III	909
— (ses alliages)	III	938
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	911
— (son dosage)	III	920
— (son dosage en chimie organique)	IV	91
— (son équivalent)	I	58
— (métallurgie du)	III	958
— (sa séparation de l'antimoine, de l'étain)	III	925
— (sa séparation du bismuth)	III	924
— (sa séparation du chrôme)	III	927
— de chasse	III	970
— corné	III	930
— gomme	III	954
— molybdaté	III	957
— pur (préparation du)	III	910
— rouge	III	955
Plombagin	V	200
Plombagine	I	720
Plombate de potasse	III	915
— de protoxyde de plomb	III	916
Plombites	III	912
Plombodiéthyle	V	1052
Plombodiméthyle	V	1055
Plumes	VI	677
Poils	VI	675
— des végétaux	IV	800
Poiré	V	462
Polène	I	972

	Tom.	Pag.
Pollen	IV	795, 797
Polyalithe	II	380
Polyammoniaques	IV	466
Polyatomicité des composés organiques	V	965
Polymignite	III	843
Polymorphisme (définition)	I	104
Polysulfures (généralités)	II	103
— d'ammonium	II	462
— de potassium	II	186
Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)	VI	795
— — — (alcool de)	V	426
— — — (maladie des)	VI	797
— — — (patrasque jaune)	VI	795
Pompholix	III	598
Ponce	II	683
Populine	V	191
Porcelaine dure ou chinoise	II	865
— de Réaumur	II	874
— tendre	II	867
— — anglaise	II	868
— — française	II	867
— de Tournay, Saint-Amand, etc.	II	868
Porphyrharmine	IV	610
Porphyroxine	IV	574
Potasse	II	161
— (son dosage)	II	167
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	31
— (sa préparation)	II	163
— (sa présence dans le règne végétal)	IV	871
— (ses usages, son état naturel)	II	166
— à l'alcool	II	165
— à la chaux	II	165
— anhydre	II	161
— du commerce (leur composition)	II	245
— de mélasse	II	226
— perlasse	II	225
— rouge d'Amérique	II	228
— de tartre	II	230, IV 249
Potassium	II	152
— (ses alliages)	II	260
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	II	160
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	30
— (son équivalent)	I	41
— (ses propriétés)	II	152
— (sa préparation)	II	155
— éthyle	V	1021
Potée d'étain	III	938
Poteries (généralités)	II	847
— (leur décoration)	II	855
Poteries (différentes espèces de)	II	858
— (vernis des)	II	851
— communes	II	862
Poudre (son analyse)	II	324
— (ses applications)	II	326
— (ses composants)	II	293
— (épreuves des)	II	315
— (sa fabrication)	II	299
— (radoub des)	II	314
— d'Algaroth	III	866
— de chasse fine	II	310
— — — superfine	II	312
— coton	IV	945
— détonante	II	193
— d'Howard	III	1109
— de mine	II	309
— d'or	III	1225
— ronde	II	314
— à tirer	II	261
— — — (sa composition)	II	264
— — — (ses propriétés)	II	268
— — — (histoire de sa découverte)	II	261
Poudrette	VI	907
Poulaitte	VI	908
Poumon	VI	727
Pourpre de Cassius	III	1213
— — — (son emploi dans la peinture)	VI	361
— française	VI	227
— d'indigo	VI	212
Pourriture (phénomème de la)	IV	44
Pouzzolanes	II	770
— (leur analyse)	II	784
— (propriétés et composition des)	III	1557
— (résultats numériques d'analyses de)	II	836
Précipité per se	III	1067
— blanc	III	1124, IV 263
Presses monétaires	III	1187
Présure	VI	460
Principes astringents des végétaux	IV	362
— immédiats organiques	IV	1
— minéraux des plantes de la France (tableau synoptique des)	IV	875
Production houillère (statistique de la)	I	773
Propénamine	V	737
Prophérétine	V	187
Prophétine	V	187
Propione	V	21
Propriétés chimiques des corps	I	2
— physiques des corps	I	2
— organoleptiques des corps	I	2
Propylamine	IV	732
Propylène	VI	18

	Tom.	Pag.
Propylène (ses dérivés brômés)..	VI	20
— (ses dérivés chlorés).....	VI	19
— (séparation et dosage du)...	VI	956
— brômé.....	VI	20
— iodé.....	VI	21
Propylglycol	V	768
— (action du chlorure de zinc sur le).....	V	778
— (action du perchlorure de phosphore sur le)	V	778
— (action de la potasse et de la soude sur le).....	V	777
— (son oxydation).....	V	769
— (son oxydation par l'hypermanganate de potasse) ...	V	777
— (son oxydation lente).....	V	769
— diacétique.....	V	779
Propylsulfates de baryte.....	V	506
— de potasse.....	V	506
Propylthionate de chaux.....	V	506
Protéine	VI	447
— cristallisée.....	VI	448
Protide	VI	470
Protobromure de cérium.....	II	746
— de cuivre.....	III	998
— de fer.....	III	126
— d'iode	I	475
— de mercure.....	III	1088
— — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque).....	III	1125
— de phosphore.....	I	661
— de tellure.....	I	591
— de thallium	III	1393
— d'uranium	III	586
Protochlorure d'antimoine.....	III	866
— de bismuth	III	894
— de cacodyle.....	IV	224
— de carbone.....	I	916
— de cérium.....	II	745
— de chrôme.....	III	482
— de cuivre.....	III	994
— d'étain.....	III	799
— — — (sa préparation, ses usages)	III	801
— de fer	III	120
— — — et d'ammoniaque..	III	122
— — — et de potassium...	III	121
— — — ammoniacal.. ...	III	122
— d'iode	I	474
— d'iridium.....	III	1307
— — — ammoniacal.....	III	1312
— — — bi-ammoniacal....	III	1313
— de mercure.....	III	1080
— — — (combinaisons formées par le).....	III	1082
— de molybdène	III	742
— d'or.....	III	1217
Protochlorure d'osmium.....	III	1298
— de palladium.....	III	1326
— — — bi-ammoniacal....	III	1332
— de phosphore.....	I	655
— — — ammoniacal.....	II	497
— de platine	III	1260
— — — ammoniacal.....	III	1272
— — — bi-ammoniacal ...	III	1274
— de ruthénium.....	III	1339
— — — bi-ammoniacal....	III	1342
— de sélénium.....	I	584
— de soufre.....	I	572
— — — ammoniacal.....	II	496
— de tellure.....	I	590
— de thallium	III	1391
— d'uranium.....	III	586
Protocyanure de chrôme.....	III	491
— de cobalt.....	III	547
— de cuivre.....	III	1000
— de fer	III	128
— d'or.....	III	1220
— de platine	III	1262
Protofluorure de cérium.....	II	746
— de cuivre.....	III	999
— de fer.....	III	127
— — — et de potassium...	III	127
— de mercure.....	III	1091
— de silicium et de fer.....	III	127
— de thallium	III	1395
— de titane	III	839
Protoiodure de cuivre	III	999
— d'étain.....	III	805
— de fer	III	126
— d'iridium.....	III	1309
— de mercure	III	1088
— de phosphore.....	I	662
— de tellure.....	I	591
— de thallium	III	1394
— d'uranium	III	587
Protoplasma.....	IV	774
Protosulfure d'antimoine	III	871
— de carbone.....	I	922
— de cérium	II	746
— de chrôme.....	III	491
— de cobalt.....	III	549
— de cuivre	III	1004
— d'étain.....	III	808
— de fer	III	176
— de mercure	III	1098
— de phosphore	I	665
— — — (ses états isomériques).....	I	666
— de platine	III	1266
Protoxyde d'antimoine.....	III	846
— — — (état naturel, préparation)	III	848
— d'argent	III	1140
— d'azote.....	I	376

	Tom.	Pag.
Protoxyde de baryum	II	499
— de bismuth	III	888
— de calcium	II	539
— de cérium	II	737
— — — (sa séparation de l'oxyde céroso-cérique)	II	745
— de chrôme	III	456
— de cobalt	III	534
— — — (son dosage)	III	538
— de cuivre	II 981,	III 975
— de fer	III	67
— — — (son dosage)	III	88
— — — (sa séparation du protoxyde de manganèse)	III	101
— d'hydrogène	I	211
— d'iridium	III	1305
— — — ammoniacal	III	1313
— — — bi-ammoniacal	III	1313
— de manganèse	III	4
— — — (son dosage)	III	18
— — — (sa séparation de l'alumine)	III	34
— — — (sa séparation de l'alumine et de la magnésie, de la chaux)	III	39
— — — (sa séparation de l'alumine, de la magnésie et de la chaux)	III	40
— — — (sa séparation de la glucine)	III	34
— — — (sa séparation de la magnésie)	III	36
— — — (sa séparation des oxydes du cérium, du lanthane et du didyme)	III	33
— — — (sa séparation de la strontiane, de la baryte, des oxydes alcalins)	III	41
— — — (sa séparation de la thorine)	III	34
— — — (sa séparation de l'yttria)	III	33
— — — (sa séparation de la zircone)	III	32
— de mercure	III	1065
— — — (sa séparation de l'acide tantalique)	III	1078
— — — (sa séparation de l'acide titanique)	III	1077
— de molybdène	III	730
— de nickel	III	508
Protoxyde d'or	III	1207
— d'osmium	III	1294
— de palladium	III	1325
— — — ammoniacal	III	1330
— — — bi-ammoniacal	III	1332
— de platine	III	1255
— — — ammoniacal	III	1272
— — — bi-ammoniacal	III	1274
— de plomb	III	911
— de potassium	II	161
— de rhodium	III	1315
— de ruthénium	III	1335
— — — ammoniacal	III	1342
— — — bi-ammoniacal	III	1342
— de silicium hydraté	I	1020
— de sodium	II	347
— de strontium	II	526
— de thallium	III	1384
— de titane	III	824
— d'uranium	III	576
— — — (son dosage)	III	582
— de vanadium	III	759
— de zinc anhydre	III	598
— — — anhydre (sa préparation, ses usages)	III	599
Prussiate ferruré de potasse	III	133
— de potasse	III	133
— rouge	III	147
Pseudérythrine	VI	229
Pseudo-alizarine	VI	299
Pseudomorphine	IV	575
Pseudo-orcine	VI	231
Pseudoquinine	IV	596
Psilomélane	III	58
Ptyaline	VI	544
Pulvérin	II	314
Purpurates	VI	405
Purpurine	IV 707, VI 246,	250, 595
Purrhée	VI	266
Pus	VI	664
— (sa présence dans l'urine)	VI 601,	604
Putréfaction	V	264
— des matières animales	VI	733
Pyine	VI	664
Pyocyanine	VI	665
Pyrallolithe	II	628
Pyrène	VI	75
Pyridine	IV	714
Pyrite	II	942
— blanche	III	180
— cuivreuse	II 944,	III 179
— de fer (leur analyse)	III	403
— jaune	III	223
— magnétique	III	183
— martiale	III	179
Pyrobenzoline	V	606
Pyrocatéchine	IV	382
Pyrodextrine	IV	986

	Tom.	Pag.
Pyrogallacine	VI	176
Pyroglycérine chlorhydrodiéthylique	V	797
— triéthylique	V	798
Pyroglycide	V	796
Pyro-inuline	IV	987
Pyrolignite de fer	IV	191
Pyrolusite	III	9
Pyroméconates	IV	407
Pyromucamide	IV	830
— bi-amidée	IV	830
Pyromucate d'argent	IV	829
— de baryte	IV	829
— de chaux	IV	829
— de cuivre	IV	829
— de fer	IV	829
— de mercure	IV	829
— de nickel	IV	829
— de plomb	IV	829
— de potasse	IV	828
— de soude	IV	829
— de strontiane	IV	829
— de zinc	IV	829
Pyrophore de Gay-Lussac	II	187
— de Homberg	II	188
Pyrophosphate de cuivre	III	1020
— de plomb	III	952
— de protoxyde de thallium neutre	III	1401
— — — de thallium acide	III	1401
— de soude	II	418
Pyrotartramile	IV	274
Pyrotartramilates	IV	274
Pyrotartranile	IV	690
Pyrotartranitranile	IV	690
Pyrotartrates	IV	269
Pyrotartrimide	IV	273
Pyrotartronitranile	IV	275
Pyroxène	II	629
Pyroxyle	IV	945
— (sa force balistique)	IV	953
— (généralités sur la fabrication du)	IV	957
Pyroxyline	IV	945
— (sa préparation)	IV	951
Pyrrhol	IV	713
Pyruvates	IV	268

Q.

	Tom.	Pag.
Quadrichloracétamide	IV	209
Quadrichlorisamate d'ammoniaque	VI	222
Quadrisulfure de molybdène	III	752
Quadroxalates	IV	149
Quartz	I	1022, 1037
— aérohydre	I	1038
— coloré	I	1040
Quartz hyalin	I	1037
— incolore cristallisé	I	1037
— terreux	I	1042
— thermogène	I	1036
Quassine	V	201
Quercétine	V	184, VI 262
Quercite	V	134
— (ses combinaisons avec les acides)	V	135
— benzoïque	V	135
— nitrique	V	135
— stéarique	V	135
Quercitrin	V	184
Quercitrine	VI	262
Quinates	IV	410
— d'ammoniaque	IV	410
— d'argent	IV	412
— de baryte	IV	410
— de chaux	IV	410
— de cinchonine	IV	594
— de cuivre	IV	411
— de fer	IV	411
— de magnésie	IV	411
— de manganèse	IV	411
— de mercure	IV	412
— de nickel	IV	411
— de plomb	IV	411
— de potasse	IV	410
— de quinine	IV	587
— de soude	IV	410
— de strontiane	IV	410
— d'yttria	IV	411
— de zinc	IV	411
Quincyte	II	628
Quinétine	IV	580
Quinicine	IV	589
Quinidine	IV	576, 588
Quinine	IV	576
Quinoïdine	IV	588
Quinoléine	IV	578, 711
Quinon	IV	412
— (tableau de ses dérivés)	IV	413
— chlorés	IV	415
Quinone perchlorée	VI	129
Quinquaci-chloride sulfurique	I	576
Quinquinas (leur essai)	IV	596
— gris	IV	576
— jaune	IV	576
— rouge	IV	576

R

	Tom.	Pag.
Rachitisme	VI	704
Racines	VI	794
— des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	789
— (leurs caractères chimiques)	IV	790
Radicaux alcooliques	V	990

	Tom.	Pag.
Radicaux alcooliques mixtes	V	999
— des alcools aromatiques	VI	57
— — — diatomiques	VI	13
— — — monoatomiques	VI	13
— de la forme $C^{2n}H^{2n+1}$	VI	33
— de la forme $C^{2n}H^{2n-2}$	VI	34
— organométalliques	V	1001
Rails de chemins de fer	III	383
Randanite	I	1036
Rapes (fabrication des)	III	381
Raphides	IV	774
Rassage des étoffes	VI	311
Rayons médullaires (leurs caractères chimiques)	IV	766
— — des végétaux	IV	781
— — des végétaux (composition des)	IV	788
Réactifs absorbants (leur emploi dans l'analyse des gaz)	VI	949
Réactifs employés dans les recherches de chimie organique	IV	10, 14
Réalgar	I 702,	II 940
— (son emploi dans la peinture)	VI	358
Récipient florentin	VI	82
Régule d'antimoine	III	882
Résidu de la mine de platine (son traitement)	III	1351
— — — — de platine (essais des)	III	1377
Résines (généralités)	VI	164
— aldéhyde	V	340
— antiar	VI	189
— d'andira	VI	189
— de l'arbre à brai	VI	171
— bdellium	VI	189
— de bouleau	VI	189
— de céradie	VI	189
— copal	VI	171
— courbaril	VI	172
— cowdie	VI	171
— de gaïac	VI	174
— de gomart	VI	189
— icica	VI	174
— de Jalap	VI	179
— ladanum	VI	189
— laque	VI	172
— de la racine de rhubarbe	VI	179
— rouge d'indigo	VI	202, 204
— de *xanthorrhea hastilis*	VI	188
Résinéone	VI	169
Résinite	I 1022,	1033
Résinone	VI	169
Respiration	VI	530
— des fleurs	VI	792
— des fruits	VI	788
Rétène	VI	77
Rétinaphte	VI	168
Rétine	VI	723
Rétinite	II	683
Rétinole	VI	168
Rétinyle	VI	168
Reussine	II	380
Rhamnétine	V	186
Rhamnine	V	186
Rhéine	VI	240
Rhodanogène	I	969
Rhodéorétine	VI	179
Rhodéorétinol	VI	179
Rhodiocyanure de potassium	III	1319
Rhodium	III	1315
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1315
— (son équivalent)	I	66
— (son extraction)	III	1321
Rhodizonate d'alumine	II	680
— d'ammoniaque	II	488
— de baryte	II	524
— de chaux	II	589
— de glucine	II	701
— de lithine	II	450
— de magnésie	II	624
— de potasse	II	234
— de soude	II	416
— de strontiane	II	536
Rhubarbarine	VI	240
Rhum	V	426
Ricinolamide	V	919
Riz (*Oryza sativa*)	VI	818
Robinine	V	185
Roccellates	VI	234
— d'éthyle	VI	234
Roccelline	VI	234
Roccelphénylamine	VI	235
Roche (définition)	I	110
— (différentes espèces de)	I	111
— (classification des)	I	115
— ignées (âge relatif et mode d'émission des)	I	124
— métamorphiques	I	123
Rosaniline	VI	283
Roséine	IV 707,	VI 282
Rosolane	VI	279
Roucou	VI	273
Rouge d'Andrinople	VI	323
— d'Angleterre	III	68
— d'aniline	VI	282
— d'Anvers	VI	354
— de Brésil	VI	325
— cinchonique	IV	386
— d'indigo	VI 202,	204
— de Nuremberg	VI	354
— de Prusse	VI	354
— de Venise	VI	354
Rouille	III	63
Rouissage du chanvre et du lin	VI	308

	Tom.	Pag.
Rubiacine	VI 246,	250
Rubiadine	VI	251
Rubiadipine	VI	251
Rubiafine	VI	251
Rubiagine	VI	251
Rubian	VI 246,	250
Rubianine	VI	251
Rubidium	II	458
— (son dosage)	III	1411
— (état naturel, diffusion)	III	1408
— (son extraction)	III	1413
— (caractères distinctifs de ses composés)	III	1409
— métallique (préparation, propriétés du)	III	1416
Rubirétine	VI	251
Rubis	II 955, III	505
— artificiels	II	641
— de Bohême	II	902
— oriental	II	642
— spinelle	II	650
Rufine	V	178
Rumicine	VI	240
Ruthénium	III	1334
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1335
— (son équivalent)	I	66
— (son extraction)	III	1343
Rutile	II 958, III	827

S

	Tom.	Pag.
Sables calcaires	VI	847
Saccharimètre	V	74
Saccharimétrie optique	V	73
Safran (*Crocus sativus*)	VI	273
— apéritif	III	68
— de mars astringent	III	68
Safranine	VI	273
Safranum	VI	261
Safre	III	558
Sagapénum	VI	181
Sagou	IV	999
Salep	IV	999
Salhydramide	VI	126
— tribromée	VI	126
— trichlorée	VI	126
Salicine	V	187
— (sa fermentation)	V	304
Salicylamide	VI	142
Salicylates	VI	131
— d'amyle	VI	142
— d'éthyle	VI	141
— de méthyle	VI	137
— — — (action de l'acide azotique sur le)	VI	140
— — — (action du chlore sur le)	VI	140
Salicylate de méthyle bribromé	VI 138,	140
— — — bichloré	VI 138,	140
— — — bromé	VI 138,	140
— — — chloré	VI 138,	140
— de méthylène	V	500
Salicyle	VI	124
Salicylide	VI	131
Salicylimide	VI	126
Salicylites	VI	124
Saligénine	V	189
Salines	II	362
Salirétine	V	190
Salithol	V 986, VI	141
— bibromé	V	987
— binitré	V	987
— monobromé	V	987
— nitré	V	987
— tribromé	V	987
— trinitré	V	987
Salive	VI	541
— (sa composition à l'état morbide)	VI	545
— (méthode d'analyse de la)	VI	544
— (ses propriétés physiologiques et ses fonctions)	VI	547
— des animaux (sa composition)	VI	547
— humaine (sa composition à l'état de santé)	VI	542
Salpêtre	II	194
— (essai du)	II	200
— (raffinage du)	II	197
— de houssage	II	193
Salylates	VI	134
Sandaraque	VI	170
Sang	VI	489
— (son alcalinité)	VI	490
— (son analyse)	VI	502
— (sa coagulation)	VI	497
— (sa composition immédiate)	VI	506
— (sa composition dans les différents vaisseaux pendant l'état de santé)	VI	515
— (sa couleur)	VI	490
— (sa densité)	VI	491
— (examen microscopique du)	VI	491
— (des gaz contenus dans le)	VI	522
— (des modifications qu'il peut présenter dans les maladies)	VI	510
— (son odeur, sa température)	VI	491
— (présence du sucre dans le)	VI	497
— (sa putréfaction)	VI	521
— artériel	VI	489
— des différents animaux	VI	518
— dragon	VI	180
— veineux	VI	489
— — (sa composition moyenne)	VI	508
Sanguinarine	IV 575,	684
Sanguine	II	228

	Tom.	Pag.
Sanie	VI	667
Santaline	VI	270
Santonine	V	192
Saphir	II	956
— artificiel	II	907
— blanc	II	642
— indigo	II	642
— oriental	II	642
Saphirine	I	1040
Saponification	V	838, 948
— sulfurique	V	888
Saponine	V	192
Sarcine	VI	422
Sarcocolline	V	201
Sardoine	I	1040
Sarkosine	VI	427
— (formules des principaux sels de)	VI	428
Sassafrol	VI	147
Sassolin	I	993
Saturation (phénomène de la)	II	41
Savons	V	948
— (leur analyse)	V	953
— de Bécœur	I	677
— fait avec l'acide oléique	V	959
— de Marseille	V	951
— nacré	V	950
— de toilette	V	950
— des verriers	II	886
Scaferlatis	IV	657
Scammonée	VI	182
Scammonine	V	195
Scarlet (couleur)	VI	361
Scheerérite	VI	78
Schlich	III	960
Schlot	II	380
Scies (fabrication des)	III	382
Scillitine	V	201
Sclérotique	VI	723
Scoparine	V	201
Scories de fer (leur analyse)	III	432
Scorodite	III	212
Sébacamide	V	866
Sébacates	V	864
— d'ammoniaque	V	864
— d'argent	V	865
— de chaux	V	864
— de cuivre	V	865
— de fer	V	864
— de mercure	V	865
— de méthylène	V	865
— de plomb	V	865
— de potasse	V	864
— de soude	V	864
Sébine	V	895
Sèche (encre de)	VI	663
— (os de)	VI	721
Sécrétions cutanées	VI	642
Seigle (*Secale cereale*)	VI	818
Sels (généralités sur les)	II	40
— (action des acides sur les)	II	67
— (action des bases sur les)	II	69
— (action de la chaleur sur les)	II	45
— (action de l'eau sur les)	II	59
— (action de l'électricité sur les)	II	46
— (action hygrométrique sur les)	II	59
— (action mutuelle des)	II	70
— (leur action mutuelle en présence de l'eau)	II	71
— (leur action mutuelle par la voie sèche)	II	70
— (action des sels solubles sur les sels insolubles)	II	76
— (caractère des principaux)	II	83
— (leurs combinaisons avec l'eau)	II	80
— (déshydratation des)	II	81
— (détermination de leur solubilité)	II	62
— (neutralité des)	II	41
— (nomenclature des)	I	9
— (propriétés physiques des)	II	45
— d'acide benzamique	V	621
— alcalins (signes distinctifs)	III	1505
— alcalino-terreux (signes distinctifs)	III	1505
— alembroth	III	1085
— d'alumine (caractères distinctifs)	II	651
— ammoniac martial	III	124
— ammoniacaux (propriétés générales et caractères distinctifs)	II	465
— ammoniacobaltiques	III	560
— — à base de protoxyde	III	563
— — suroxygénés	III	560
— ammoniés	II	495
— d'Angleterre	II	618
— d'aniline (principaux)	IV	689
— d'antimoine (caractères distinctifs)	III	855
— d'argent (caractères distinctifs)	III	1143
— d'arsentriéthyle	V	1009
— azotés (de leur emploi en agriculture)	VI	911
— de baryte (caractères distinctifs)	II	504
— de berbérine	IV	614
— de bibromotyrosine	VI	465
— de bioxyde d'iridium (caractères distinctifs)	III	1307
— de bioxyde de vanadium (leurs caractères distinctifs)	III	767
— de bismuth (caractères distinctifs)	III	890
— de bromaniline	IV	696

	Tom.	Pag.
Sels de bromocodéine	IV	566
— de brucine	IV	608
— de cadmium (caractères distinctifs des)	III	646
— de caféine	IV	667
— de chaux (caractères distinctifs)	II	547
— de choline	VI	444
— de chloraniline	IV	694
— de chlorocodéine	IV	566
— de chrysaniline	VI	287
— de cinchonine	IV	591
— de cobalt (caractères distinctifs des)	III	537
— de codéine	IV	565
— de créatine	VI	425
— de créatinine	VI	426
— de cyaniline	IV	697
— de Derosne	IV	566
— de deutoxyde de cuivre (caractères distinctifs)	III	980
— de deutoxyde de mercure (caractères distinctifs)	III	1068
— de deutoxyde de molybdène (caractères distinctifs)	III	738
— de deutoxyde de platine (caractères distinctifs)	III	1257
— de diplatinammine	III	1284
— de diplatosammine	III	1284
— d'Epsom	II	618
— d'étain au maximum (leurs caractères distinctifs)	III	790
— — — au minimum (leurs caractères distinctifs)	III	789
— d'éthylcollidine	IV	715
— d'éthylpicoline	IV	713
— d'éthylpyridine	IV	714
— de furfurine	VI	146
— de fuscobaltiaque	III	567
— gemme	II	352
— — (son extraction)	II	354
— de Glauber	II	365, 374
— de glucine	II	693
— de guanidine	VI	420
— de guanine	VI	418
— haloïdes (définition des)	I	429
— d'harmine	IV	612
— d'iodaniline	IV	697
— de lanthane (caractères distinctifs)	II	750
— de leucaniline	VI	286
— de leucine	VI	466
— de lithine (caractères distinctifs)	II	441
— de lutéocobaltiaque	III	565
— de lutidine	IV	714
— de magnésie (caractères distinctifs)	II	606

	Tom.	Pag.
Sel marin	II	350
— — (son emploi en agriculture)	VI	900
— de mélaniline	IV	699
— de mercure (caractères généraux)	III	1067
— métalliques proprement dits (signes distinctifs)	III	1506
— de méthylamine	VI	726
— de méthyluramine	VI	429
— de morphine	IV	559
— de narcotine	IV	569
— narcotique	I	990
— de nickel (caractères distinctifs des)	III	510
— de nicotine	IV	628
— de nitraniline	IV	700
— de nitrazophénylamine	IV	700
— de nitre	II	191
— de nitrocodéine	IV	566
— d'osmille	IV	150
— d'osmium (caractères distinctifs)	III	1298
— d'oxycobaltiaque	III	564
— d'oxyde céroso-cérique (caractères distinctifs)	II	740
— d'oxyde de didyme (caractères distinctifs)	II	756
— oxygénés du rhodium	III	1320
— de peroxyde de thallium (caractères distinctifs)	III	1386
— — — d'uranium (caractères distinctifs)	III	580
— de picoline	IV	713
— pink	III	805
— de platinammine	III	1284
— de platosammine	III	1284
— de plomb (caractères distinctifs)	III	919
— de potasse (caractères distinctifs des)	II	166
— — — (leur extraction des eaux mères des marais salants)	II	366
— de protoxyde de cérium (caractères distinctifs)	II	740
— — — de chrôme (caractères distinctifs)	III	472
— — — de cuivre (caractères distinctifs)	III	980
— — — de fer (caractères distinctifs)	III	86
— — — de manganèse (caractères distinctifs)	III	16
— — — de mercure (caractères distinctifs)	III	1068

	Tom.	Pag.
Sels de protoxyde de molybdène caractères distinctifs)	III	738
— — — de palladium (caractères distinctifs)	III	1325
— — — de platine (caractères distinctifs)	III	1256
— — — de thallium (caractères distinctifs)	III	1385
— — — de titane (caractères distinctifs)	III	830
— — — d'uranium (caractères distinctifs)	III	580
— purpuréocobaltiques	III	571
— de quinine	IV	578
— de Ræwsky	III	1281
— de la Rochelle	IV	249
— de rosaniline	VI	284
— roséochromiques	III	504
— de roséocobaltiaque	III	568
— rouge de Gmélin	III	147
— de ruthénium (caractères distinctifs)	III	1337
— de sarkosine	VI	429
— de Saturne	IV	192
— sédatif	I	990
— — de Homberg	I	1004
— de Sedlitz	II	618
— de Seignette	IV	249
— de la série thionique	II	126
— de sesquioxyde de chrôme (caractères distinctifs)	III	473
— — — de fer (caractères distinctifs)	III	87
— — — de manganèse (caractères distinctifs)	III	18
— — — de rhodium (caractères distinctifs)	III	1317
— de soude	II	399
— — — (caractères distinctifs)	II	348
— de strontiane (caractères distinctifs)	II	527
— de strychnine	IV	604
— sulfazotés	II	256
— de tartre	II	224
— terreux (signes distinctifs)	III	1506
— de tétréthylammonium	IV	723
— de thiosinnamine	IV	716
— de thorine (caractères distinctifs)	II	722
— de tribromocodéine	IV	566
— de trona	II	414
— de tyrosine	VI	463
— d'urée	VI	376
— de l'urine (leur dosage)	VI	594
— volatil d'Angleterre	II	484

	Tom.	Pag.
Sel de xanthine	VI	416
— xanthocobaltiques	III	571
— d'yttria (caractères distinctifs)	II	729
— de zinc (caractères distinctifs)	III	601
— de zircone (caractères distinctifs)	II	709
Sélénaldine	V	343, 346
Séléneéthyle	V	391, 1002
Séléniates (propriétés générales des)	II	127
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	128
— d'alumine	II	676
— d'argent	III	1163
— de baryte	II	520
— de chaux	II	579
— de cobalt	III	555
— de cuivre	III	1019
— de fer (protoxyde)	III	207
— — — (sesquioxyde)	III	207
— de magnésie	II	620
— de mercure	III	1115
— de nickel	III	525
— de plomb	III	946
— de potasse	II	222
— de soude	II	389
— de thallium	III	1399
— de zinc	III	625
Séléniocyanure de calcium	II	557
— de cuivre	III	1003
— de mercure	III	1098
— de potassium	II	183
— de sodium	II	370
Séléniofurfol	VI	146
Sélénites (propriétés générales)	II	129
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	130
— d'alumine	II	676
— d'ammoniaque	II	482
— d'argent	III	1163
— de baryte	II	520
— de bioxyde d'étain	III	813
— de cérium (protoxyde)	II	748
— céroso-cériques	II	749
— de chaux	II	579
— de cobalt	III	555
— de cuivre	III	1019
— de fer (protoxyde)	III	207
— — — (sesquioxyde)	III	208
— de glucine	II	699
— de lithine	II	448
— de magnésie	II	620
— de manganèse (protoxyde)	III	53
— de mercure	III	1116
— de nickel	III	525
— de plomb	III	946

	Tom.	Pag.
Sélénite de potasse	II	222
— de soude	II	389
— de strontiane	II	534
— de thallium	III	1399
— d'uranium (peroxyde)	III	590
— de zinc	III	625
Sélénium	I	577
— (ses combinaisons avec le brôme et avec l'iode)	I	585
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	584
— (ses combinaisons avec le fluor)	I	585
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	583
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	581
— (ses combinaisons avec le soufre)	I	585
— (son équivalent)	I	45
Séléniures (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	106
— d'antimoine	III	877
— d'arsenic	I	704
— de baryum	II	512
— de bismuth	III	901
— de cacodyle	IV	230
— de cadmium	III	651
— de calcium	II	557
— de carbone	I	936
— de cobalt	III	550
— de cuivre	III	1008
— d'étain	III	810
— de fer	III	185
— de mercure	III	1102
— de molybdène	III	753
— de nickel	III	520
— d'or	III	1222
— de platine	III	1266
— de plomb	III	937
— de potassium	II	189
— de sodium	II	373
— de stibéthyle	V	1067
— de tellure	I	592
— de thallium	III	1396
— de zinc	III	615
Semibenzidam	IV	700
Seminaphtalidame	VI	71
Sépia	VI	362
Sépirine	IV	612
Sérícine	VI	669
Série thionique	I	508, 546
Séroline	VI	498
Serpentine	II	629
Sérum du chyle	VI	579
— du sang	VI	497
— — — (sa composition élémentaire)	VI	503
Sésamoïdes	VI	690
Sesquiazotate de bioxyde de platine bi-ammoniacal	III	1280
Sesquibromure de fer	III	126
— de thallium	III	1393
Sesquicarbonate d'ammoniaque	II	484
— de baryte	II	524
— de potasse	II	233
— de soude	II	414
Sesquichlorure de carbone	I	914
— de chrôme	III	483
— — — (action du zinc et de l'étain sur les dissolutions de)	III	484
— de cobalt	III	546
— de fer	III	122
— — — (action de l'acide sulfureux et des sulfites alcalins sur le)	III	125
— d'iridium	III	1308
— de manganèse	III	43
— de molybdène	III	744
— d'osmium	III	1299
— de rhodium	III	1318
— de ruthénium	III	1340
— de thallium	III	1391
— de titane	III	837
Sesquicyanure de chrôme	III	491
— de fer	III	129
— d'iridium	III	1310
— de platine	III	1264
— de rhodium	III	1319
Sesquifluorure de fer	III	127
— — — et de potassium	III	127
— de niobium	III	684
— de silicium et de fer	III	128
— de titane	III	839
Sesqui-iodure de fer	III	127
— d'iridium	III	1309
Sesquioxyde de cérium	II	738
— de chrôme	III	457
— — — anhydre	III	457
— — — (hydrates de)	III	459
— de cobalt	III	535
— — — (son dosage)	III	539
— de fer	III	68
— — — (son dosage)	III	88
— — — (dosage d'un mélange de protoxyde de fer et de)	III	112
— — — (sa séparation de l'alumine)	III	105
— — — (sa séparation de la baryte, de l'alumine, du protoxyde de man-		

	Tom.	Pag.
ganèse, de la magnésie et de la chaux)	III	111
Sesquioxyde de fer (sa séparation de la chaux et de la strontiane)	III	109
— — — (sa séparation de la magnésie)	III	108
— — — (sa séparation des oxydes alcalins)	III	111
— — — (sa séparation des oxydes du cérium, du lanthane et du didyme)	III	103
— — — (sa séparation du protoxyde de manganèse)	III	96
— — — (sa séparation du protoxyde de manganèse, de l'alumine, de la magnésie, de la chaux et des oxydes alcalins)	III	112
— — — (sa séparation de l'yttria, de la thorine, de la glucine)	III	104
— — — (sa séparation de la zircone)	III	102
— — — allotropique	III	70
— — — magnétique	III	73
— d'iridium	III	1306
— — — ammoniacal	III	1313
— de manganèse	III	6
— — — (son dosage)	III	22
— de nickel	III	509
— d'osmium	III	1295
— de rhodium	III	1316
— de ruthénium	III	1335
— de titane	III	824
— de vanadium	III	760
Sesquiplombamyle	V	1056
Sesquiplombéthyle	V	1053
Sesquistanméthyle	V	1051
Sesquistannéthyle	V	1042
Sesquisulfure de cobalt	III	550
— de chrôme	III	491
— d'étain	III	808
— de fer	III	178
Sesquitérébène	VI	96
Séve des végétaux	VI	740
— (son extraction)	VI	747
— ascendantes (composition de différentes)	VI	742
— descendantes	VI	743
Sèvres (vieux)	II	867
Silex meulière	I	1043
— pyromaque	I	1041
Silicates	II	957
— (propriétés générales, caractères distinctifs des)	II	144
— (préparation, dosage des)	II	145
— d'alumine	II	680
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1009
— de baryte	II	525
— de chaux	II	601
— de cobalt	III	558
— de cuivre	III	1025
— décomposables par les acides minéraux	II	145
— de fer	III	215, 223
— — — (leur analyse)	III	405
— de glucine	II	701
— — — et d'alumine (doubles)	II	701
— indécomposables par les acides minéraux	II	145
— de magnésie	II	627
— de manganèse	III	58
— de plomb	III	954
— de potasse	II	252
— de soude	II	427
— de strontiane	II	536
— de zinc	III	628
— de zircone	II	717
Silicatisation	II	843
Silice	I	1022
— anhydre	I	1023
— hydratée	I	1027
Silicification	I	1057
Silicium	I	1013
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	1051
— (sa combinaison avec le carbone)	I	1059
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	1047
— (ses combinaisons avec le fluor)	I	1052
— (sa combinaison avec l'hydrogène)	I	1045
— (ses combinaisons avec l'iode)	I	1052
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	1020
— (sa combinaison avec le soufre)	I	1056
— (son équivalent)	I	48
— amorphe	I	1013
— cristallisé	I	1018, II 48
— graphitoïde	I	1017
Siliciures (généralités)	II	111
— d'antimoine	III	879
— d'argent	III	1156

	Tom.	Pag.
Siliciures de cuivre	III	1010
— d'étain	III	811
— de fer	III	188
— de manganèse	III	46
— d'or	III	1222
— de platine	III	1267
Silico-décitungstates	III	714
Silico-fluorure de chrôme	III	491
Silico-tungstates	III	713
Sillimanite	II	680
Similor	III	1032
Sinapine	V	573
Sinapisine	V 305,	572
Sinapoline	IV 717, V	571
Sinkaline	V	573
Sinnamine	IV 716, V	570
Smalt	III	558
— (son emploi dans la peinture)	VI	365
Smilacine	V	201
Smithsonite	III	627
Sodium	II	339
— (ses propriétés)	II	339
— (ses alliages)	II	433
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	II	346
— (son équivalent)	I	45
— (sa préparation)	II	340
Sodium-éthyle	V	1020
Soffioni	I	994
Soie	VI	668
— (décreusage, dégommage, cuite de la)	VI	315
Sol (absorption des gaz par le)	VI	857
— (dessiccation spontanée du)	VI	853
— (étude du)	VI	841
— (faculté hygrométrique des)	VI	854
— (son pouvoir absorbant pour la chaleur)	VI	855
— (ses propriétés physiques)	VI	850
— arables (analyse chimique des)	VI	863
— argileux	VI	845
— — (résultats d'analyses de)	VI	869
— calcaires	VI	846
— — (résultats d'analyses de)	VI	873
— humifères	VI	848
— — (composition des)	VI	875
— magnésiens	VI	847
— sablonneux	VI	843
— — (résultats d'analyse de)	IV	866
Solanidine	V	195
Solanine	IV 600, V	195
Solfatares	I	503
Son de froment	IV 1001, VI	812
Sorbine	V	109
— (sa fermentation alcoolique)	V	276
Souchet alimentaire (*Cyperus esculentus*)	VI	804
Soude	II	347
— (son dosage)	II	348
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (sa présence dans le règne végétal)	IV	871
— (délitation de la)	II	405
— à l'alcool	II	347
— à la chaux	II	347
— artificielle brute	II	398
— de varech	II	395
Soudure des plombiers	III	938
Soufrage des tissus de laine	VI	314
Soufre	I	492
— (ses combinaisons avec l'azote)	I	569
— (ses combinaisons avec le brôme, l'iode et le fluor)	I	576
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	571
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	552
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	508
— (son dosage)	I	507
— (son dosage en chimie organique)	IV	85
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	14
— (son équivalent)	I	44
— (son équivalent en volume)	I	557
— (son extraction)	I	503
— (ses usages)	I	507
— (fleur de)	I	506
— doré d'antimoine	III	875
— des philosophes	I	520
Sources salées (exploitation des)	II	358
Sous-acétate de plomb (son emploi dans l'analyse organique)	IV	12
— arsénite de sesquioxyde de fer	III	212
— azotates de fer	III	193
— bromure de cacodyle	IV	227
— chlorure de cacodyle	IV	226
— — de carbone	I	918
— — de palladium	III	1326
— iodure de cacodyle	IV	227
— oxyde d'antimoine	III	846
— — d'argent	III	1140
— — de bismuth	III	887
— — de fer	III	66
— — de plomb	III	911
— — de potassium	II	160
— — d'uranium	III	576
— — de zinc	III	597
— phosphate d'ammoniaque	II	489
— — de protoxyde de fer	III	209

	Tom.	Pag.
Sous-résines	VI	170
— sélénite de sesquioxyde de fer	III	208
— — de zinc	III	625
— sulfates de cuivre	III	1015
— — de fer soluble	III	202
— — — — et de potasse	III	206
— sulfure d'arsenic	I	702
— — de bismuth	III	899
— — de fer	III	176
— — de phosphore	I	664
— — — — (ses états isomériques)	I	666
Spaniolitmine	VI	241
Spartéine	IV	684
Spath calcaire	II	985
— fluor	I 476, II	554
— d'Islande	II	583
— pesant	II	516
Speiss	III	528
Sperma-ceti	V	964
Spermatine	VI	644
Spermatozoïdes	VI	644
Sperme	VI	643
Sphène	III	843
Spinelle	II	650
— rouge	III	505
Spiréine	VI	273
Spirimide	VI	126
Spodumène	II	435
Spongine	VI	670
Squelette tégumentaire des insectes et des crustacés	VI	719
Stalactites	I 838, II	581
Stalagmites	I 838, II	581
Stanamyles	V	1052
Stanméthyles	V	1050
Stannates	III	785
— d'ammoniaque	III	786
— de baryte	III	787
— de chaux	III	787
— de chrôme	III	788
— de cobalt	III	788
— — — oxydulé	III	789
— de cuivre	III	1027
— de fer	III	787
— de magnésie	III	787
— de manganèse	III	787
— de mercure	III	1120
— de potasse	III	786
— de protoxyde d'étain	III	787
— de soude	III	786
— de zinc	III	787
Stannéthyles	V 1033,	1039
Stannodiéthyle	V	1048
Staurotide	II 680,	957
Stéarates	V	841
— d'ammoniaque	V	842
Stéarates d'amylène	V	845
— insolubles (tableau des)	V	843
— de méthylène	V	845
— de potasse	V	841
— de soude	V	842
Stéarérine	VI 310,	646
Stéarines	V	835
— naturelle	V	837
— — (son identité avec les stéarines artificielles)	V	840
Stéaroglycérate de potasse	V	839
Stéatite	II	628
Stibamyles	V	1075
Stibdiamyle	V	1076
Stibéthyle	V	1061
— (action de l'oxygène sur le)	V	1063
— (ses combinaisons)	V	1062
Stibéthylium	V	1069
Stibines	IV	496
Stibméthyle	V	1071
Stibonium	IV	496
Stibtriamyle	V	1075
Stilbène	V	608
Stilbyle	IV	469
Strass colorés	II	907
— incolore	II	906
Stromnite	II	535
Strontiane	II	526
— (son dosage)	II	528
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— carbonatée	II	535
— sulfatée	II	532
Strontianite	II	535
Strontium	II	526
— (son équivalent)	I	45
Strychnine	IV	691
— bromée	IV	692
— chlorée	IV	692
— iodée	IV	692
— trichlorée	IV	692
Stuc	II	571
— à la chaux	II	575
Styracine	V	664
Styracone	V	661
Styrax liquide	VI	187
Styrol	VI	59
Styrone	V	661
Subéramide	V	869
Subéranilide	V	868
Subérates	V	868
— de méthylène	V	869
Subérine	IV 759, V	944
Subérone	V	868
Sublimé corrosif	III	1082
Substances accélératrices dans le daguerréotype	III	1436
— antiseptiques	VI	735

	Tom.	Pag.
Substance cornée	VI	676
— extractives du sang	VI	499
— hémiorganisées	VI	916
— minérales des farines	VI	827
— saccharifères (détermination de leurs rendements industriels par l'analyse optique)	V	90
— végéto-vitelline	VI	927
— vitellines	VI 473,	662
Substitutions	I 408, III 16,	18
Suc d'aloès	VI	272
— gastrique	VI	549
— — (ses propriétés physiologiques)	VI	553
— gommeux des végétaux	VI	746
— intestinal	VI	571
— laiteux des végétaux	VI	743
— pancréatique	VI	566
— — (son altération spontanée ou morbide)	VI	568
— — (ses propriétés physiologiques et ses fonctions)	VI	570
— résineux des végétaux	VI	746
Succin	VI	173
Succinamide	V	877
Succinates	V	871
— d'ammoniaque	V	872
— d'argent	V	876
— de baryte	V	873
— de cadmium	V	874
— de chaux	V	873
— de chrôme	V	874
— de cobalt	V	875
— de cuivre	V	875
— de fer	V	874
— de magnésie	V	874
— de manganèse	V	874
— de mercure	V	876
— de méthylène	V	880
— de nickel	V	875
— de plomb	V	875
— de potasse	V	872
— de soude	V	872
— de strontiane	V	873
— d'uranium	V	875
— d'urée	VI	378
— de zinc	V	874
Succinome	V	873
Succinosalicyle	VI	124
Succitérène	VI	174
Sucrate de baryte	V	6
— de chaux	II 540, V	6
— de cuivre et de chaux	V	8
— de plomb	V	9
— de potasse	V	6
— de soude	V	6
Sucres	V	1
— (action de l'acide azotique sur le)	V	14
Sucre (action de la chaleur sur le)	V	11
— (action de la potasse et de la chaux à une haute température sur le)	V	17
— (analyse des)	V	70
— (fabrication du)	V	21
— d'amidon	V	50
— de betterave (sa fabrication)	V	23
— bruts (leur analyse par la saccharimétrie optique)	V	85
— — et sucres raffinés mélangés aux glucoses concrets (analyse par la saccharimétrie optique)	V	87
— candi	V	40
— de canne	V	2
— — — (sa fabrication)	V	33
— — — (sa fermentation alcoolique produite par la levûre de bière)	V	270
— — — (sa fermentation alcoolique produite par des matières azotées autres que la levûre de bière)	V	273
— — — (raffinage du)	V	36
— de caroubier	V	50
— combinés aux alcalis (leur analyse par la saccharimétrie optique)	V	87
— de chiffons	V	62
— de diabète	V	63
— d'érable	V	42
— du foie	VI	728
— de fruits lévogyre	V	64
— de gélatine	V 713, VI 479,	480
— incristallisable	V	64
— interverti	V 3,	10
— de lait	V	97
— — — (son dosage)	V	99
— — — (fermentation alcoolique du)	V	275
— de maïs	V	49
— de miel	V	63
— nitré	V	6
— d'orge	V	41
— de palmier	V	44
— de pomme	V	41
— de raisin	V	50
— royal	V	40
— de sirop	V	11
— de sorgho	V	47
— tapé	V	40
— de l'urine	VI	605
Sueur	VI	645
Suif	V	931

	Tom.	Pag.
Suif de piney	V	930
Suint	VI	646
Sulfacétates	IV	210
— d'argent	IV	210
— de baryte	IV	210
— de plomb	IV	210
— de potasse	IV	210
Sulfacides (définition des)	I	12
Sulfaméthylane	V	496
Sulfamide	II	492
Sulfamylates	V	525
Sulfanisolide	V	690
Sulfantimoniate d'argent	III	1168
— de cuivre	III	1028
— de mercure	III	1122
Sulfantimonite d'argent	III	1168
— de cuivre	III	1028
Sulfarséniate d'ammoniaque et de magnésie	II	616
— d'argent	III	1167
— de baryte	II	511
— de cadmium	III	656
— de chaux	II	558
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	559
— de cuivre	III	1028
— d'étain	III	815
— de fer (protoxyde)	III	215
— — — (sesquioxyde)	III	216
— de lithine	II	445
— de magnésie	II	616
— de mercure	III	1121
— de nickel	III	527
— de potasse	II	188
— — — et de soude	II	372
— de soude	II	372
— de strontiane	II	531
— d'uranium	III	593
— de zinc	III	631
Sulfarsénite d'argent	III	1167
— de baryte	II	512
— de cadmium	III	656
— de chaux	II	558
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	559
— de cuivre	III	1028
— d'étain	III	815
— de fer (protoxyde)	III	216
— — — (sesquioxyde)	III	216
— de lithine	II	445
— de mercure	III	1122
— de nickel	III	527
— de potasse	II	189
— de soude	II	372
— d'uranium	III	593
— de zinc	III	631
Sulfatage des grains	VI	812
Sulfates	II	939
Sulfates (propriétés générales des)	II	122
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	123
— d'acide anisamique	V	684
— — — tantalique	III	671
— — — tungstique	III	728
— — — vanadique	III	774
— d'alumine	II	667
— — — basiques	II	668
— — — neutre	II	667
— — — et d'ammoniaque	II	675
— — — et de magnésie	II	676
— — — et de potasse	II	669
— — — et de soude	II	675
— ammon	II	492
— ammoniacobaltique	III	563
— d'ammoniaque acide et anhydre	II	493
— — — anhydre	II	492
— — — neutre	II	480
— — — neutre (sels doubles formés par le)	II	480
— — — d'ammoniaque et de lithine	II	481
— — — et de soude	II	481
— d'antimoine	III	881
— d'argent	III	1161
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1005
— d'asparagine	IV	344
— de baryte	II	515
— — — (son emploi dans la peinture)	VI	352
— — — (son état naturel)	II	516
— de bismuth	III	905
— de bismuthéthyle	V	1061
— de cacodyle	IV	231
— de cacoplatyle	IV	226
— de cadmium	III	653
— de caféine	IV	668
— de caprylamine	IV	732
— de carbyle	V	377
— de cérium (protoxyde)	II	747
— céroso-cériques	II	748
— de chaux anhydre	II	569
— — — hydraté	II	569
— — — (son emploi dans la peinture)	VI	352
— — — et de soude (double)	II	577
— de chrôme (protoxyde) et de potasse (double)	III	495
— de chrôme (sesquioxyde)	III	496
— — — — basiques	III	497
— — — — neutre	III	496
— de cinchonine	IV	592
— de cobalt	III	553
— — — (sa préparation)	III	554

	Tom.	Pag.
Sulfate de codéine	IV	565
— de conine	IV	615
— de cuivre (deutoxyde)	III	1013
— — — (protoxyde)	III	1013
— — — et d'ammoniaque (double)	III	1017
— — — et de potasse (double)	III	1016
— cuminamique	V	656
— diamidobenzoïque	V	626
— de didyme	II	759
— — — et d'ammoniaque	II	760
— — — et de potasse	II	760
— — — et de soude	II	760
— d'étain (bioxyde)	III	813
— — — (protoxyde)	III	812
— d'éthylamine	IV	722
— de fer (peroxyde)	III	199
— — — — basiques	III	201
— — — (protoxyde)	III	196
— — — — et de bioxyde d'azote	III	199
— — — formé par l'oxyde magnétique	III	204
— de fuscobaltiaque	III	568
— de glucine	II	698
— — — et de potasse	II	699
— d'indigo	VI	213
— d'indium	III	1429
— d'iridium (bioxyde)	III	1311
— de lanthane	II	754
— de lithine	II	447
— — — et de potasse	II	448
— — — et de soude	II	448
— de lutéocobaltiaque	III	566
— de magnésie	II	617
— de manganèse (protoxyde)	III	48
— — — — et d'ammoniaque	III	50
— — — — et de potasse	III	49
— — — — et de soude	III	49
— de manganèse (sesquioxyde)	III	50
— — — — basique	III	51
— — — — et d'ammoniaque	III	52
— — — — et de potasse	III	52
— de mercure	III	1112
— — — (deutoxyde)	III	1112
— — — — (ses combinaisons avec l'ammoniaque)	III	1128
— — — (protoxyde)	III	1112
— de mercuroséthyle	V	1080
— mésityque	IV	212
— de méthylamine	IV	727
— de méthylène	V	495
— de molybdène	III	754
Sulfate de morphine	IV	561
— de narcotine	IV	570
— de nickel	III	523
— — — et d'ammoniaque	III	523
— — — et de potasse	III	523
— de nicotine	IV	630
— de niobium	III	686
— d'osmium	III	1301
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal	III	1281
— d'oxycobaltiaque	III	565
— d'oxyde d'arsénéthylium	V	1011
— — — de cæsium (neutre)	III	1423
— — — d'éthylstannéthyle	V	1037
— — — de méthylstannéthyle	V	1037
— — — de rubidium	III	1420
— — — de tellurométhyle	V	495
— — — vert d'uranium	III	589
— de palladium	III	1329
— — — ammoniacal	III	1331
— de pipéridine	IV	679
— de platine (bioxyde)	III	1270
— — — (protoxyde)	III	1270
— — — (protoxyde) ammoniacal	III	1274
— — — (protoxyde) bi-ammoniacal	III	1276
— de plomb	III	943
— de potasse	II	218
— — — (son dosage dans une potasse du commerce)	II	242
— — — neutre	II	218
— de quinine	IV	579
— — — du commerce ou sulfate bibasique	IV	580
— — — neutre	IV	585
— de rhodium	III	1320
— de roséocobaltiaque acide	III	569
— — — neutre	III	570
— de ruthénium bi-ammoniacal	III	1343
— de sesquiplombamyle	V	1057
— de sesquiplombéthyle	V	1053
— de sesquistanméthyle	V	1051
— de sesquistannéthyle	V	1046
— de stanméthyle	V	1050
— de stannéthyle	V	1041
— de stibéthyle	V	1067
— de stibéthylium	V	1070
— de stibméthylium	V	1074
— de stibtriamyle	V	1076
— de stibtriéthyle	V	1068
— de soude	II	274
— — — (son extraction des eaux mères des marais salants)	II	365
— — — (sa préparation)	II	381

	Tom.	Pag.
Sulfate de strontiane	II	532
— de strychnine	IV	605
— de thallium (peroxyde)	III	1398
— — — (protoxyde)	III	1397
— de thorine	II	726
— de titane	III	842
— de triméthylamine	IV	728
— d'uranium (peroxyde)	III	589
— — — (peroxyde) et de potasse	III	590
— — — (protoxyde)	III	588
— — — et d'ammoniaque (double)	III	590
— — — et de soude (double)	III	590
— d'urée	VI	378
— de vanadium (deutoxyde)	III	773
— d'yttria	II	734
— de zinc basiques	III	623
— — — neutre	III	620
— — — neutre (sa préparation, ses usages)	III	622
— de zircone	II	715
Sulfato-carbonate de baryte	II	523
Sulfaurate de sodium	III	1222
Sulfazidate de potasse	II	257
Sulféthamates d'ammoniaque	V	395
— de plomb	V	395
Sulfhydrate d'ammoniaque	II	473
— — — sulfurés	II	474
— — — monosulfuré	II	474
— — — quadrisulfuré	II	475
— — — trisulfuré	II	475
— — — sextisulfuré	II	475
— d'amylène	V	529
— d'azobenzoyle	V	608
— de carbacétine	IV	214
— de carvol	VI	155
— d'éthylamine	IV	721
— de méthylène	V	488
— de sulfures (généralités)	II	103
— — — d'allyle	V	566
— — — d'ammonium	II	473
— — — d'amyle	V	530
— — — de baryum	II	510
— — — de calcium	II	556
— — — de lithium	II	445
— — — de magnésium	II	615
— — — de potassium	II	185
— — — de sodium	II	371
— — — de stibtriéthyle	V	1069
— — — de strontium	II	530
Sulfhydrindates	VI	216
Sulfhydrines	V	811
Sulfhydromètre	I	563
Sulfhydrométrie	I	555, 563
Sulfide d'alphène	I	972
— d'argène	I	972
Sulfide de leucène	I	972
— de mélène	I	972
— de phaïène	I	972
— de phalène	I	972
— de phélène	I	972
— de xanthène	I	972
— de xuthène	I	972
Sulfindates	VI	216
Sulfisatanite d'ammoniaque	VI	223
Sulfisatates	VI	215
Sulfisathyde	VI	223
Sulfites (propriétés générales des)	II	123
— (caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	124
— (leur préparation)	II	388
— (leurs usages)	II	387
— d'alumine	II	676
— d'ammoniaque	II	481
— — — anhydres	II	494
— — — et de bichlorure de mercure	III	1115
— d'argent	III	1162
— de baryte	II	519
— de bichlorure de carbone	I	932
— de cadmium	III	655
— de camphre	V	582
— de chaux	II	578
— de chrôme	III	501
— de cobalt	III	554
— de cuivre	III	1017
— — — (leurs combinaisons avec les sulfites alcalins)	III	1017
— de didyme	II	760
— d'étain	III	813
— de fer (protoxyde)	III	206
— — — (sesquioxyde)	III	206
— de glucine	II	699
— de magnésie	II	619
— de manganèse	III	52
— de mercure	III	1113
— — — (deutoxyde)	III	1113
— — — — neutre (ses combinaisons avec les sulfites alcalins)	III	1114
— — — et de potasse	III	1114
— — — et de soude	III	1114
— de nickel	III	528
— d'osmium (protoxyde)	III	1301
— de palladium ammoniacal (protoxyde)	III	1331
— de platine (bioxyde)	III	1271
— — — (protoxyde)	III	1271
— de plomb	III	946
— de potasse	II	221
— de protochlorure de carbone	I	934

	Tom.	Pag.
Sulfite de protoxyde et de deutoxyde de cuivre (doubles)	III	1017
— de rhodium	III	1320
— de soude	II	385
— de strontiane	II	533
— d'uranium	III	590
— de zinc	III	624
— de zircone	II	716
Sulfo-antimoniate d'ammoniaque	III	874
— — de baryum	III	875
— — de cadmium	III	875
— — de calcium	III	875
— — de potassium	III	873
— — de sodium	III	874
— — de strontium	III	875
— — de zinc	III	875
Sulfoarséniates	II	259
Sulfobases (définition des)	I	12
Sulfobenzanilide	V	634
Sulfobenzide	VI	46
Sulfobenzidylamide	VI	47
Sulfobenzoates	V	634
Sulfobenzoïne	V	608
Sulfobenzol	V	609, 784
Sulfobutylates de baryte	V	513
— de chaux	V	514
— de potasse	V	513
Sulfocacodylates d'antimoine	IV	230
— de bismuth	IV	230
— de cuivre	IV	230
— d'or	IV	230
— de plomb	IV	230
Sulfocaprylate de baryte	V	546
— de potasse	V	545
Sulfocarbanilide	IV	689
Sulfocarbonate d'argent	III	1167
— de baryte	II	511
— de cadmium	III	657
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	559
— de cuivre	III	1028
— d'étain	III	816
— de fer (protoxyde)	III	216
— — — (sesquioxyde)	III	216
— de lithium	II	446
— de magnésie	II	616
— de mercure	III	1122
— de nickel	III	527
— de potassium	II	188
— de soude	II	371
— de strontiane	II	531
— de sulfure de calcium	II	557
— — — de méthyle	V	492
— d'uranium	III	593
— de zinc	III	631
Sulfocuménate de baryte	VI	55
Sulfocyanates de sulfures métalliques	I	969
Sulfocyanhydrate d'ammoniaque	II	472
— — — (action de la chaleur sur le)	I	972
— — — hydrosulfuré	II	472
— d'amylène	V	530
— de cinchonine	IV	593
— de codéine	IV	566
— de morphine	IV	560
— de quinine	IV	586
— de strychnine	IV	606
Sulfocyanide de cuivre	III	1002
— de fer	III	172
— de mercure	III	1097
Sulfocyanogène	I	969, 970
Sulfocyanures	I	968
— (généralités)	II	99
— d'allyle	V	566
— — — (sa combinaison avec l'hydrogène sulfuré)	V	573
— — — (sa combinaison avec le sulfhydrate de sulfure d'ammonium)	V	574
— — — (sa combinaison avec le sulfhydrate de sulfure de baryum)	V	575
— — — (sa combinaison avec le sulfure de baryum)	V	575
— — — (sa combinaison avec le sulfhydrate de sulfure de calcium)	V	575
— — — (sa combinaison avec le sulfhydrate de sulfure de potassium)	V	574
— — — (sa combinaison avec le sulfhydrate de sulfure de sodium)	V	574
— — — (sa combinaison avec le sulfure de potassium)	V	574
— d'aluminium	II	666
— d'argent	III	1154
— de benzoyle	V	602
— de bismuth	III	899
— de cadmium	III	651
— de calcium	II	557
— de caproyle	V	538
— de cobalt	III	547
— de cuivre	III	1002
— de fer	III	172
— de magnésium	II	615

	Tom.	Pag.
Sulfocyanures de mercure	III	1097
— de molybdène	III	748
— de nickel	III	519
— de platine ammoniacal	III	1274
— de plomb	III	934
— de potassium	II	181
— de sesquiplombéthyle	V	1055
— de sesquistannéthyle	V	1045
— de sodium	II	370
— de stannéthyle	V	1041
— de strontium	II	531
— de thallium	III	1396
— de zinc	III	614
Sulfo-éthylolates	V	391
Sulfomannitates d'ammoniaque	V	122
— de baryte	V	122
— de cuivre et d'argent	V	122
— de plomb	V	122
— de potasse	V	122
— de soude	V	122
Sulfomésitylate d'argent	IV	213
— de plomb	IV	213
Sulfomolybdates	III	749
— d'ammoniaque	III	750
— d'argent	III	1168
— de baryte	III	750
— de cadmium	III	751
— de cérium	III	751
— de chaux	III	750
— de chrôme	III	751
— de cobalt	III	751
— de cuivre	III	1028
— d'étain	III	816
— de fer	III	751
— de glucine	III	750
— de lithine	III	749
— de magnésie	III	750
— de manganèse	III	751
— de mercure	III	1122
— de nickel	III	751
— de potasse	III	749
— de soude	III	749
— de strontiane	III	750
— d'uranium	III	751
— d'yttria	III	751
— de zinc	III	751
— de zircone	III	751
Sulfonaphtalates	VI	72
Sulfonaphtalidamates	VI	68
Sulfonaphtalide	VI	73
Sulfonaphtaline	VI	73
Sulfonaphtates	VI	73
Sulfonarcotide	IV	569, 570
Sulfophlorétates	V	182
Sulfophosphate d'argent	III	1167
— de cuivre	III	1027
— — — (deutosulfure)	I	665
— — — (protosulfure)	I	665
Sulfophosphate de mercure	III	1121
Sulfophosphite d'argent	III	1167
— de cuivre	III	1027
Sulfosels ammoniacaux	II	476
— d'argent	III	1166
— de bismuth	III	907
— de cadmium	III	656
— de chrôme	III	502
— de cobalt	III	559
— de cuivre	III	1027
— d'étain	III	815
— de fer	III	215
— de mercure	III	1120
— de nickel	III	527
— d'uranium	III	593
— de zinc	III	630
Sulfosuccinates	V	881
Sulfotellurate de magnésie	II	616
— de zinc	III	630
Sulfotellurite d'argent	III	1166
— de baryte	II	512
— de cadmium	III	656
— de cuivre	III	1027
— d'étain	III	815
— de lithium	II	445
— de mercure	III	1121
— de potasse	II	190
— de strontiane	II	531
Sulfotungstates	III	725
— d'ammoniaque	III	725
— d'argent	III	1168
— de baryte	III	725
— de cadmium	III	726
— de cérium	III	726
— de chaux	III	725
— de chrôme	III	726
— de cobalt	III	728
— de cuivre	III	1026
— d'étain	III	816
— de fer	III	726
— de magnésie	III	726
— de manganèse	III	726
— de mercure	III	1122
— de nickel	III	726
— de soude	III	725
— de strontiane	III	725
— de zinc	III	726
Sulfovanadates	III	772
Sulfovanadites	III	772
Sulfovinates	V	374
— d'argent	V	376
— de baryte	V	375
— de chaux	V	375
— de plomb	V	375
— de potasse	V	375
— — — (action de l'azotate de potasse sur le)	V	376

	Tom.	Pag.
Sulfoxyphosphate de soude	I	660
— de potasse	I	661
Sulfures	II	940
— (propriétés générales des)	II	100
— (caractères distinctifs, préparation des)	II	101
— (leur emploi dans les recherches de chimie organique)	IV	25
— d'acétyle	IV	199
— d'allyle	V 565,	VI 163
— d'aluminium	II 665,	952
— d'antimoine	III	871
— d'argent	III	1154
— d'arsenméthyléthylium	V	1014
— d'arsenmonométhyle	V	1016
— d'arsentriéthyle	V	1010
— artificiels cristallisés (liste des)	II	997
— de baryum	II	510
— de benzoyle	V	602
— de bismuth	III 899,	900
— de bore	I 1011,	II 951
— de cacodyle	IV	228
— de cadmium	III	651
— de carbone	I	923
— — — (ses composés dérivés)	I	932
— de cétyle	V	559
— de cobalt	III	549
— de cuivre	II	982
— de didyme	II	758
— doubles (leur préparation au moyen de l'électricité)	II	54
— d'étain	III	807
— — — (ses combinaisons avec les sulfures de méthyle et d'amyle)	V	418
— d'éthyle et d'amyle	V	418
— — — et de méthyle	V	418
— de fer	III 176,	222
— de formyle	IV	284
— de glucinium	II	697
— d'indium	III	1429
— d'iridium	III	1310
— de lanthane	II	753
— de lithium	II	445
— de magnésium	II 615,	952
— de manganèse	III	45
— de mercure	III	1098
— de mercuroséthyle	V	1079
— de mercurosométhyle	V	1081
— de molybdène	III	748
— de nickel	III	549
— d'or	III	1221
— d'osmium	III	1300
— de palladium	III	1328
— de platine	III	1266
— de plomb	III	934
Sulfure de potassium	II	184
— de rhodium	III	1319
— de ruthénium	III	1341
— de sesquistannéthyle	V	1045
— de silicium	I 1056,	II 951
— simples (leur préparation au moyen de l'électricité)	II	51
— de sodium	II	370
— de stibéthyle	V	1066
— de strontium	II	530
— de styryle	V	664
— de tantale	III	670
— de tellurométhyle	V	494
— de thallium	III	1396
— de thorium	II	725
— de tungstène	III	724
— d'uranium	III	587
— de zinc	III	614
— de zirconium	II	714
Superphosphate de chaux	II	596
Suppuration	VI	731
Sycorétine	V 661,	VI 187
Synaptase	V 146,	594
Synovie	VI	647
Syringine	V	202
Systèmes cristallins	I	80

T

	Tom.	Pag.
Tabac (*Nicotiana tabacum*)	IV	619
— (son analyse)	IV	636
— (sa combustibilité)	IV	663
— (consommation du)	IV	665
— (culture du)	IV	620
— (son examen chimique)	IV	625
— (sa fabrication)	IV	647
— (matières azotées du)	IV	636
— (préparation générale des feuilles de)	IV	647
— à fumer (fabrication des)	IV	657
— à priser (fabrication du)	IV	648
— en rôles (fabrication du)	IV	657
Table pour l'analyse optique des substances saccharifères	V	92
— sulfhydrométrique	I	564
Tafelspath	I	1038
Tain	III	1104
Talc	II	629
— hydraté	II	606
Tanghuine	V	202
Tangue	VI	889
Tannage	IV	387
Tannates	IV	366
— d'ammoniaque	IV	367
— d'antimoine	IV	368
— d'argent	IV	369
— de baryte	IV	367
— de caféine	IV	668

	Tom.	Pag.
Tannate de chaux	IV	367
— de cinchonine	IV	594
— de cuivre	IV	369
— d'étain	IV	368
— de fer	IV	367
— de magnésie	IV	367
— de mercure	IV	369
— de plomb	IV	368
— de potasse	IV	367
— de quinine	IV	587
— de soude	IV	367
— de strychnine	IV	607
— de théobromine	IV	673
— de zinc	IV	368
Tannins	IV	362
— (emploi dans l'analyse organique)	IV	12
— (produits de sa décomposition)	IV	369
— du cachou	IV	381
— du café	IV	383
— du chêne	IV	385
— du *Morus tinctoria*	IV	384
— du quinquina	IV	385
Tannomélanates	IV	372
Tantalates alcalins (leurs caractères distinctifs)	III	663
— d'ammoniaque	III	662
— d'argent	III	663, 1166
— artificiels cristallisés	II	1014
— de baryte	III	663
— de magnésie	III	663
— de mercure	III	663
— de potasse	III	661
— de soude	III	662
Tantale	III	658
— (ses propriétés, sa préparation)	III	658
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	659
— (son équivalent)	I	63
Tantalite	III	659
Tapioca	IV	998
Taraxacine	V	202
Tartralates	IV	265
Tartramate d'ammoniaque	IV	273
Tartramide	IV	272
Tartramylate d'argent	V	527
Tartrates (généralités)	IV	246
— d'allyle	V	576
— d'alumine	IV	253
— d'ammoniaque	IV	250
— d'antimoine	IV	256
— — — et de potasse	IV	257
— d'argent	IV	263
— d'asparagine	IV	345
— de baryte	IV	250
— de bismuth	IV	256
Tartrate de cadmium	IV	252
— de chaux	IV	251
— de chrôme	IV	254
— de cinchonine	IV	594
— de cobalt	IV	255
— de conine	IV	616
— de cuivre	IV	261
— d'étain	IV	255
— de fer	IV	253
— de lithine	IV	250
— de magnésie	IV	252
— de manganèse	IV	253
— de mercure	IV	262
— — — ammoniacal	IV	263
— de méthylène	V	498
— de morphine	IV	561
— de nickel	IV	255
— de nicotine	IV	631
— de palladium	IV	263
— de plomb	IV	256
— de potasse	IV	248
— de quinine	IV	587
— de sesquiplombéthyle	V	1054
— de soude	IV	249
— de strontiane	IV	251
— de strychnine	IV	607
— d'uranium	IV	262
— d'urée	VI	378
— de zinc	IV	255
Tartre cru	IV	248
— des dents	VI	545
— martial soluble	IV	254
— stibié	IV	257
Tartrélates	IV	266
Tartro-arséniates	IV	261
— arsénites	IV	261
Tartroborates	IV	260
Tartronates	IV	271
Tatou (composition de sa carapace)	VI	679
Taurine	VI	441
Teillage du chanvre et du lin	VI	308
Teinture	VI	308, 319
— alcaline martiale de Stahl	III	191
— en bleu	VI	325
— en jaune	VI	330
— en rouge	VI	323
Télérythrine	VI	232
Télésie	II	642
Telluramyle	V	1002
Tellurates (propriétés générales, caractères distinctifs des)	II	130
— (préparation, dosage des)	II	131
— d'alumine	II	677
— d'ammoniaque	II	482
— d'argent	III	1163
— de baryte	II	520
— de chaux	II	580

	Tom.	Pag.
Tellurate de chrôme	III	501
— de cobalt	III	555
— de cuivre	III	1019
— de fer (protoxyde)	III	208
— — — (sesquioxyde)	III	208
— de glucine	II	699
— de lithine	II	448
— de magnésie	II	620
— de manganèse	III	54
— de mercure	III	1116
— de peroxyde d'uranium	III	591
— de plomb	III	947
— de potasse	II	222
— de soude	II	389
— de strontiane	II	534
Tellure	I	586
— (ses combinaisons avec le brôme)	I	591
— (ses combinaisons avec le chlore)	I	590
— (ses combinaisons avec le fluor)	I	591
— (ses combinaisons avec l'hydrogène)	I	589
— (ses combinaisons avec l'iode)	I	591
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	I	587
— (ses combinaisons avec le sélénium)	I	592
— (ses combinaisons avec le soufre)	I	592
— (son équivalent)	I	45
Telluréthyle	V	392, 1002
Telluricyanure de potassium	II	183
Telluriméthyle	V	1002
Tellurites (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	131
— d'alumine	II	677
— d'ammoniaque	II	483
— d'argent	III	1163
— de baryte	II	521
— de chaux	II	580
— de chrôme	III	501
— de cobalt	III	555
— de cuivre	III	1020
— de glucine	II	699
— de lithine	II	448
— de magnésie	II	620
— de manganèse	III	54
— de mercure	III	1116
— de peroxyde d'uranium	III	591
— de plomb	III	947
— de potasse	II	223
— de soude	II	390
— de strontiane	II	534
— de zinc	III	625
Telluruméthyle	V	493
Tellurures (propriétés générales, caractères distinctifs, préparation, dosage des)	II	109
— d'antimoine	III	878
— de plomb	III	937
— de potassium	II	190
— de sodium	II	372
Tendons	VI	690
Tennantite	III	1028
Terbine	II	734, 736
Terbium	II	736
— (son équivalent)	I	53
Térébates	VI	102
Térébène	IV	23, VI 89
— (action de l'iode sur le)	VI	92
Térébenthène	VI	95
Térébenthines	VI	86, 166
— ordinaire	VI	166
Térébilène	VI	94
Térécamphène	VI	96
Téréphtalamide	VI	103
Téréphtalate d'éthyle	VI	103
— de méthyle	VI	103
Téréphtalnitrile	VI	103
Téropiammon	IV	567
Terpinol	VI	101
Terrain cambrien	I	122
— crétacé	I	120
— devonien	I	121
— houiller	I	121
— ignés	I	122
— jurassique	I	120
— pénéen	I	121
— primitifs	I	122
— secondaires	I	120
— sédimentaires	I	116
— silurien	I	122
— tertiaire	I	120
— de transition	I	121
— de trias	I	121
Terres (leur densité)	VI	851
— (leur imbibition par l'eau)	VI	851
— (leur ténacité, leur adhérence)	VI	852
— de bruyère	VI	845
— à foulon	II	687
— arables (leur pouvoir absorbant)	VI	860
— de Cassel	I	759
— de Cologne	I	759, VI 362
— cuites	II	858
— foliée minérale	IV	189
— — de tartre	IV	187
— d'ombre (couleur)	VI	362
— de Sienne	VI	362
— verte de Vérone	VI	367
Terreau	VI	848
— (composition du)	VI	875

	Tom.	Pag.
Tests de crustacés	VI	719
— — — (matière colorante des)	VI	719
Tétrabromure d'hexéthylène	V	739
— de triéthylène	V	742
Tétrachlorure d'arsenmonométhyle	V	1016
Tétramines	IV	471
— triéthylénique	V	739
Tétrammonium hexéthylène-tétréthylique	V	740
— pentéthylène-hexéthylique	V	740
— — pentéthylique	V	740
— — tétréthylique	V	740
Tétramylène	VI	25
Tétraphylline	II	435, 438
Tétrathionates (généralités)	II	127
— de baryte	II	520
— de plomb	III	946
— de protoxyde de fer	III	207
Tétrélallylamine	V	341, 347
Tétréthyltétrammonium	V	739
Tétréthylurée	VI	384
Tétroxéthylénamine	V	729
Tétrylamine	IV	731
Thaccétone	IV	214
Thallium	III	1381
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	1384
— (son dosage)	III	1387
— (son extraction)	III	1403
— (sa place dans la classification des métaux)	III	1406
— (sa séparation de l'antimoine, de l'étain et du bismuth, du zinc, du cadmium, du nickel, du cobalt, du manganèse, du chrôme, de l'aluminium, du fer)	III	1389
— (sa séparation de l'argent, du mercure, du cuivre, du plomb)	III	1388
— (sa séparation de la magnésie, de la baryte, de la strontiane et de la chaux, des métaux alcalins)	III	1390
— métallique (sa préparation)	III	1383
Thé (*Thea sinensis*)	VI	806
Thébaïne	IV	573
Théine	IV	666
Thenardite	II	379
Théobromine	IV	672
Thérythine	IV	214
Thiacétates	V	356
Thialdine	V	343, 345
Thianisylol	V	680
Thiocinnol	V	667
Thiocuminol	V	651
Thiofurfol	VI	147
Thionessal	V	608
— bibromé	V	608
— binitré	V	608
Thionurate d'ammoniaque	VI	402
Thiosalicol	VI	126
— bromé	VI	128
Thiosinnamine	IV 716,	V 568
Thiotoluates	VI	53
Thorine	II	721
— (son dosage)	II	723
— (sa séparation de la zircone, de la glucine, de l'alumine, de la magnésie, de la chaux, de la strontiane, de la baryte et des oxydes alcalins)	II	724
Thorium ou thorinium	II	721
— (son équivalent)	I	52
Thujine	V	195
Thymène	VI	156
Thymol	V 989,	VI 156
— binitré	V	990
— trinitré	V	990
Thymoyl	V 990,	VI 156
Thymoylol	V 990,	VI 157
Tige des plantes	VI	806
— — — acotylédonées (ses caractères anatomiques)	IV	786
— — — (ses caractères chimiques)	IV	787
— — — dicotylédonées (ses caractères anatomiques)	IV	776
— — — (ses caractères chimiques)	IV	787
— — — monocotylédonées (ses caractères anatomiques)	IV	785
— — — (ses caractères chimiques)	IV	787
Tinckal	II	421
Tissu cellulaire des organes des animaux	VI	680
— — des racines, des feuilles et des fruits (ses caractères chimiques)	IV	767
— réticulaire de la peau	VI	671
— utriculaires	IV	761
— — (caractères anatomiques)	IV	761
— — des champignons (ses caractères chimiques)	IV	767
— — des racines (composition)	IV	791
— des végétaux	IV 743,	746
— végétaux	VI	311
Titanates (généralités)	III	828
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1014

	Tom.	Pag.
Titanate de fer	III	829
Titane	III	823
— (sa combinaison avec l'aluminium)	III	842
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	824
— (son équivalent)	I	57
Titanite	III	843
Titre cyanométrique	II	181
— d'une dissolution de potasse ou de soude	II	242
— pondéral	II	237
— — d'une potasse (sa détermination)	II	238
— — d'une soude (sa détermination)	II	240
Toile d'araignée	VI	670
Tôle (sa fabrication)	III	263
— d'acier	III	383
Tolène	VI	187
Toluène	VI	48
— (ses dérivés chlorés)	VI	51
— (ses produits d'oxydation)	VI	49
— (sa transformation en alcool benzoïque et en acide toluique)	VI	50
Toluényle	VI	58
Toluénylurée	VI	58
Tolueugényle	VI	150
Toluidine	VI	52
Tolurate d'argent	V	649
— de baryte	V	649
— de chaux	V	649
Toluylurée	VI	386
Tombac	III	1009, 1032
Topaze (fausse)	I	1040
— artificielle	II	907
— enfumée	I	1040
— orientale	II	642
Topinambour (*Helianthus tuberosus*)	VI	802
— (alcool de)	V	427
Torpille (organe électrique de la)	VI	689
Touchaux	III	1227
Tourbe	IV	885
Tourmaline apyre	II	435
Tournesol	VI	226, 241
— en drapeaux	VI	242
— en pains	VI	228
Trachées des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	770
— — — (leurs caractères chimiques)	IV	773
— — — (composition)	IV	788
Treaz	VI	888
Tréhalose	V	103
Trempe de l'acier	III	308
— des fontes	III	278
Triacétine	V	813
Triamides	IV	522
Triamines	IV	470
Triamylamine	IV	730
Triamylène	VI	25, 32
Triarachine	V	833
Triazo-hexaméthylénamine	V	693
Tribenzoycine	V	895
Tribenzylamine	V	604
Tribromhydrine	V	807
— (action du sodium sur la)	V	809
— hydratée	V	807
Tribromocodéine	IV	562
Tribromomésitylène	IV	213
Tribromophloroglucine	V	183
Tribromure de diéthylène-triéthyltriammonium	V	739
— de pentéthylène-tétréthyltétrammonium	V	739
— de triéthylène-triéthyl-triammonium	V	739
Tributyrine	V	815
Tricétylamine	IV	731
Tricétyliaque	V	558
Trichloracétates	IV	206
— d'ammoniaque	IV	207
— d'argent	IV	207
— de baryte	IV	207
— de chaux	IV	207
— de potasse	IV	207
Trichloracétonitrile	IV	207
Trichlorhydrine	V	804
— (action du sodium sur la)	V	809
Trichloromésitylène	IV	213
Trichloronaphtaline binitrée	VI	70
Trichloroquinon	IV	416
Trichlorure de cinnamène bichloré	VI	59
— d'osmium	III	1299
Trichromate de potasse	III	468
— de thallium	III	1403
Triéthylamine	IV	722
Triéthylène-triamine	V	737
— triéthyltriamine	V	741
Triéthylméthylstannéthyle	V	1047
Triéthylnitropétroldiamine	VI	77
Triéthylphosphine	IV	735
Triéthylurée	VI	384
Trilactate monoéthylique	V	776
Trimargarine	V	847
Triméthylamine	IV	727
Triméthyléthylstannéthyle	V	1047
Triméthylphosphine	IV	740
— (son action sur le bromure de triéthylphosphonium bromméthylique)	V	750
Trinitrine	V	811
Trinitrocrésylates	V	989

	Tom.	Pag.
Trinitroglycérine	V	811
Trinitromésitylène	IV	213
Trinitronaphtaline	VI	69
Trinitropétrole	VI	77
Trinitrophlorétol	V	183
Trinitrosalicylate de méthyle	VI	138, 141
Triodure de papavérine	IV	574
Trioléine	V	855
Trioxéthylénamine	V	729
Trioxyde de protéine	VI	454
Tripalmitine	V	829
Triphane	II	435, 681
Triphocénine	V	825
Triphylline	II	435, 437
Tripoli	I	1042
Tristéarine	V	837
Trisulfocarbonate d'ammoniaque	I	927
Trisulfure d'arsenic	I	703
— de cuivre	III	1008
— de méthyle	V	490
— de molybdène	III	748
— de phosphore	I	667
— de sélénium	I	585
— de tellure	I	592
— de vanadium	III	772
Trithionates (généralités)	II	127
— de baryte	II	520
— de chaux	II	579
— de plomb	III	946
— de potasse	II	222
— de zinc	III	624
Tritylène	VI	18
Trivalérine	V	825
Tufs ponceux	VI	844
Tuiles	II	859
Tungstates	III	691
— acides de potasse et de soude	III	697
— — de soude et d'ammoniaque	III	701
— d'alumine	III	703
— d'ammoniaque	III	698
— — — et de magnésie (double)	III	703
— d'argent	III	1166
— artificiels cristallisés (liste des)	II	1014
— de baryte	III	702
— de cadmium	III	704
— — — et d'ammoniaque (double)	III	704
— de chaux	III	702
— de chrôme	III	704
— de cobalt	III	704
— de cuivre	III	1026
— de fer	III	703
— — — et de manganèse (double)	III	703
— de lithine	III	702
Tungstate de lithine et d'oxyde de tungstène (double)	III	705
— de magnésie	III	702
— de manganèse	III	703
— de mercure	III	1119
— de molybdène	III	756
— de nickel	III	704
— de plomb	III	956
— de potasse	III	694
— — — et d'oxyde de tungstène (double)	III	705
— de soude	III	696
— — — et d'oxyde de tungstène (double)	III	705
— de strontiane	III	702
— de thorine	III	703
— d'uranium	III	704
— d'yttria	III	703
— de zinc	III	704
Tungstène	III	687
— (ses propriétés)	III	687
— (sa préparation)	III	688
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	688
— (son équivalent)	I	62
Tungstosilicates	III	713
Turbith ammoniacal	III	1128
— minéral	III	1113
Turquoise	II	677
Tuties	III	632
Tuyaux de terre	II	860
Tyrosine	VI	259, 462
Tyrosisulfates	VI	465

U

	Tom.	Pag.
Ulmate d'ulmine	IV	910
Ulmine	IV	910
Uramile	VI	404
Uranates de plomb	III	956
Uranite	III	592
Uranium	III	575
— (propriétés, préparation de l')	III	575
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	576
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	60
Uranyle	III	578
Urates	VI	392
— d'ammoniaque	VI	392
— d'argent	VI	394
— de baryte	VI	393
— de cuivre	VI	394
— de chaux	VI	393
— de magnésie	VI	393
— de morphine	IV	561
— de plomb	VI	394

	Tom.	Pag.
Urate de potasse	VI	392
— de soude	VI	392
— de strontiane	VI	393
Urée	IV 467, 486, VI	372
— (ses combinaisons avec les oxydes)	VI	379
— (sa combinaison avec l'oxyde d'argent)	VI	380
— (ses combinaisons avec l'oxyde de mercure)	VI	379
— (son dosage dans l'urine)	VI	591
— acétique	V	500
— allylique	V	577
— des ammoniaques diatomiques	V	759
— anilamique	V	632
— composées	V 759, VI	380
— diéthylène-diéthylique	V	760
— éthylène-éthylique	V	760
— éthylénique	V 759, VI	387
— métacétique	V	414
— sulfurées	VI	388
Uréthane	IV 529, V	402
— butylique	V	520
Urine	VI	585
— (son analyse)	VI	590
— (sa composition chimique)	VI	586
— (sédiments de l')	VI	597
— à l'état pathologique	VI	602
— des animaux	VI	607
— diabétiques (leur analyse par la saccharimétrie optique)	V	88
Usnates	VI	238

V

	Tom.	Pag.
Vaisseaux annulaires et réticulés des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	771
— laticifères des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	772
— ponctués (leurs caractères anatomiques)	IV	772
— rayés des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	772
— des végétaux (leurs caractères anatomiques)	IV	770
— — — (leurs caractères chimiques)	IV	773
— — — (composition des)	IV	788
Valéracétonitrile	VI	479
Valéral	V 523,	536
— diacétique	V	524
— dibenzoïque	V	524
Valéramide	V	535
Valérate d'allyle	V	576
Valérianates	V	536
— d'amylène	V	535
— de méthylène	V	535
Valérianate de quinine	IV	588
Valérines	V	823
Valérol	VI	157
Valérone	V	536
Valéronitrile	V	535
Valérylène	VI	38
Valérylurée	VI	388
Vanadates	III	762
— d'alumine	III	765
— d'ammoniaque	III	763
— d'argent	III	1166
— de baryte	III	764
— de cadmium	III	766
— de chaux	III	764
— de cobalt	III	766
— de cuivre	III	1026
— d'étain	III	815
— de fer	III	766
— de glucine	III	765
— de lithine	III	763
— de magnésie	III	765
— de manganèse (protoxyde)	III	765
— de mercure	III	1120
— de nickel	III	766
— de plomb	III	957
— de potasse	III	762
— de soude	III	762
— de strontiane	III	764
— de thorine	III	765
— d'uranium	III	766
— d'yttria	III	765
— de zinc	III	766
— de zircone	III	765
Vanadites	III	760
Vanadium	III	758
— (ses propriétés, sa préparation)	III	758
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	759
— (son dosage)	III	767
— (son équivalent)	I	63
— (préparation des composés du)	III	775
Vapeurs nitreuses	I	365
— rutilantes	I	365
Vasculose	IV	754
Vauquelinite	III	1026
Végétation (phénomènes chimiques de la)	VI	747
Végétaux (leur enfouissement)	VI	909
Venin de la vipère	VI	663
Vérantine	VI	251
Vératrine	IV	684
Verdet	IV 194, VI	368
Vermeil	III	1225
Vermillon	III	1099
— (son emploi dans la peinture)	VI	360

	Tom.	Pag.
Vermillon (préparation du)	III	1100
Vernis	VI	190
— (composition de quelques)	VI	191
— gras	VI	190
— des poteries	II	851
Verre	II	871
— (action de l'eau sur le)	II	879
— (action des métalloïdes sur le)	III	1546
— (son analyse)	II	882
— (composition des principales espèces de)	II	881
— (dévitrification du)	II	874
— (sa fabrication)	II	885
— (propriétés générales du)	II	871
— d'albâtre	II	903
— d'antimoine	III	877
— de Bohême	II	887
— à bouteilles	II	896
— colorés	II	901
— du commerce (présence des sulfates alcalins dans les)	III	1548
— craquelé	II	905
— durs à base d'alumine	II	907
— filigranés	II	905
— à glaces	II	894
— opale	II	903
— à pivette	II	897
— soluble	II	253
— de Venise	II	905
— à vitres	II	893
Vert anglais	VI	370
— d'aniline	VI	291
— de Chine	VI	274
— de chrôme	III 461, VI	367
Vert-dragon	VI	332
Vert-de-gris	IV 195, VI	368
— Guignet	III 461, VI	368
— d'iris	VI	370
— milory	VI	370
— minéral	III 1023, VI	370
— de mitis	VI	370
— de montagne	VI	370
— Paul Véronèse	VI	370
— de Prusse	VI	369
— de Rinmann	III 535,	642
— de Saxe	VI	332
— de Scheele	III 1021, VI	368
— de Schweinfurt	III 1022, IV	195
	VI	369
— de vessie	VI	370
Vins (leur analyse)	V	455
— (leur composition)	V	454
— (fabrication du)	V	429
— (leurs maladies)	V	450
— (leur soufrage)	V	460
— blanc (fabrication du)	V	436
— de liqueur	V	450
— mousseux	V	437
Vin rouge (fabrication du)	V	431
Vinaigre	IV	176
— radical	IV	182
Vinasse	V	420
Vinyltriéthylarsonium (composés de)	V	756
Violantine	VI	409
Violet	VI	331
— d'aniline	IV 706, VI	279
— impérial	VI	289
— végétal	VI	361
Violine	IV 706, VI	279
Violurates	VI	409
Viridate de chaux	IV	383
Vitelline	VI 473,	656
Vitriol (huile de)	I 520,	525
— blanc	III	622
— bleu	III	1014
— de cobalt	III	553
— vert	III	196
Voie humide de l'argent	III	1178
Volcan de Lémery	III	178
Vomicine	VI	607
Vulpinite	II	569

W

Wagnérite	II 590,	625
Whisky	V	426
Withérite	II	522
Wolfram	III	703
Wollastonite	I	1038
Würfelerz	III	212

X

Xanthamylate de plomb	V	527
Xanthate de potasse	I	926
Xanthéine	IV	812
Xanthine	IV 811, VI	246, 415
Xanthopicrite	V	202
Xanthorhamnine	VI	264
Xanthoxyline	V 202, VI	111
Xénylamine	VI	287
Xylène	VI	54
Xylidine	IV 711, VI	54
Xylinaphta	V	478
Xylite	V	478
Xylitoël	V	478
Xyloïdine	IV 945,	982
Xylose	IV 750,	752
Xylylate de potasse	VI	54

Y

Yttria	II	728
— (son dosage)	II	729

	Tom.	Pag.
Yttria (sa séparation de l'alumine)	II	733
— (sa séparation de la magnésie, de la chaux, de la strontiane, de la baryte et des oxydes alcalins)	II	734
— (sa séparation de la thorine, de la zircone, de la glucine)	II	731
— impure (mélange d'yttria, d'erbine et de terbine)	II	734
Yttrium	II	728
— (son équivalent)	I	53
Yttrotantalite	III	659

Z

	Tom.	Pag.
Zéolithes	II	985
Zinc	III	594
— (ses propriétés)	III	594
— (ses combinaisons avec l'oxygène)	III	597
— (son dosage)	III	603
— (son dosage en chimie organique)	IV	90
— (son équivalent)	I	56
— (son extraction)	III	633
— (son extraction par la méthode anglaise)	III	634
— (son extraction par la méthode belge)	III	635
— (son extraction par la méthode silésienne)	III	636
— (laminage du)	III	638
— (sa préparation à l'état de pureté)	III	596
— (ses usages)	III	597
Zinc carbonaté	II	938
Zincacétamide	V	1026
Zincage du cuivre et du laiton	III	1043
Zincamide	V	1025
Zincamyle	V	1032
Zincates	III	599
Zincéthyle	V	1023
— (action du bioxyde d'azote sur le)	V	1028
— (action de l'acide sulfureux sur le)	V	1027
— (son action sur le chlorure d'acétyle)	V	1026
— (préparation du)	V	1025
Zincglas	III	628
Zincométhyle	V	1030
— (action de l'acide sulfureux sur le)	V	1032
— (action du bioxyde d'azote sur le)	V	1032
Zinconite	III	627
Zincophénylimide	V	1026
Zincoximide	V	1026
Zircon	II	717
Zircone	II	706, 952, 956
— (son dosage)	II	710
— (sa séparation de la glucine, de l'alumine, de la magnésie, des oxydes alcalino-terreux)	II	711
— (sa séparation des oxydes alcalins)	II	712
Zirconium	II	705
— (son équivalent)	I	52
Zoophytes (leurs productions calcaires)	VI	720
Zymèprotéine	V	210

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

This book should be returned t
the Library on or before the last dat
stamped below.

A fine of five cents a day is incurre
by retaining it beyond the specifie
time.

Please return promptly.